

Universidad Autónoma de Madrid

**Departamento de Didáctica y Teoría
de la Educación**

**Facultad de Formación del
Profesorado y Educación**

TESIS DOCTORAL 2017

**Aprendizaje con dispositivos
móviles para la resolución de
problemas contextualizados
de Física en Educación
Secundaria Obligatoria**

Autor

César Poyatos Dorado

Director

Dr. Melchor Gómez García

Agradecimientos

Gracias a mi director de tesis, Melchor Gómez, por sus sabios consejos y por aportarme el impulso necesario para llevar a cabo este proyecto.

Gracias a todos mis alumnos, vosotros sois mi principal motivación y fuente de aprendizaje, la causa de que viva en un proceso de mejora continua. Sin vosotros, esta tesis no habría sido posible.

Gracias a mi hermana, Montse Poyatos, por su constante ayuda y apoyo incondicional.

Gracias a mis amigos de aulaBLOG. Especialmente a mi grupo base, Javier Monteagudo y Charo Fernández, por ser mi fuente de inspiración y compartir mis inquietudes.

Gracias a mis compañeros del colegio San Diego y San Vicente, un equipo creativo hasta el infinito. “Saber más, para servir mejor”.

Gracias a todo el equipo de #profesinnovadores, por invitarme a pintar el futuro educativo con vosotros.

Gracias a mis padres y hermanos, por animarme a emprender esta aventura. Vuestro acompañamiento es un factor clave.

Gracias a mi mujer, Marta Santiso, y a mi hijo, Alonso Poyatos. Vuestro amor es la energía que me ha llevado hasta la meta.

Índice

Capítulo 1 1- Introducción 1

- 1.1 - Motivación 2
- 1.2 - Planteamiento del problema 4
- 1.3 - Justificación 6
- 1.4 - Contexto de investigación 13
- 1.5 - Objetivos 17
- 1.6 - Difusión del trabajo en publicaciones y congresos 18

Capítulo 2 2 - Marco teórico 21

- 2.1- Didáctica de la Física 22
 - 2.1.1 - La competencia de conocimiento e interacción con el mundo físico 22
 - 2.1.2 - Enfoque didáctico de las ciencias experimentales 27
- 2.2 - Entornos de aprendizaje constructivista 32
 - 2.2.1 - Enfoque teórico: el paradigma constructivista 32
- 2.3 - Metodología basada en la resolución de problemas 38
 - 2.3.1 - Modelos de enseñanza-aprendizaje basados en problemas 38
 - 2.3.2 - Aprendizaje basado en problemas y proyectos 40
 - 2.3.3 - Beneficios del aprendizaje basado en problemas 45
- 2.4 - Entornos personales de aprendizaje 46
- 2.5 - Aprendizaje cooperativo 49
 - 2.5.1 - Justificación teórica 49
 - 2.5.2 - Aprendizaje cooperativo en el aula 52
- 2.6 - *Mobile-learning*, un nuevo paradigma de culturización 56

- 2.7 - Cultura y sociedad móvil 58
- 2.8 - Identidad en una sociedad conectada 60
- 2.9 - Aprendizaje y nuevos entornos de transmisión cultural 65

Capítulo 3 3 – Aplicaciones y buenas prácticas de aprendizaje móvil 72

- 3.1 – Apps educativas 73
 - 3.1.1 – Eduapps 73
 - 3.1.2 – APPitic 75
 - 3.1.3 – Grupo diigo *m-learning* 78
 - 3.1.4 – Entornos personales de aprendizaje móvil 80
- 3.2 – PBLH (*Project Based Learning in Hand*) 81
- 3.3 – Buenas prácticas de aprendizaje móvil 83
 - 3.3.1 – *Peace and cooperation project* 85
 - 3.3.2 – Fitoatocha: un herbario digital 86
 - 3.3.3 – Atocha voltaica 88
 - 3.3.4 – Mapa de ruidos 90
 - 3.3.5 – Instageometry: figuras geométricas en el colegio 92
 - 3.3.6 – Historias de la historia en *stop motion* 94
 - 3.3.7 – *Waves school radio - TV* 97
 - 3.3.8 – Ecogymkana 100

Capítulo 4 4 – Metodología 102

- 4.1 - Enfoque metodológico 103
- 4.2 - Proceso teórico-analítico 104
- 4.3 – Etapa I: investigación -acción 106
- 4.4 - Etapa II: 110
 - 4.4.1 – Fase I: Diseño 110
 - 4.4.2 – Fase II: Implementación 119

4.4.3 – Fase III: Test y pruebas post-proyecto 122

4.4.4 – Fase IV: Interpretación y conclusiones 122

4.5 –SPARKvue 123

4.5.1 - Características generales 123

4.5.2 - Activación de sensores 127

4.5.3 – Toma de datos 132

4.5.4 – Análisis de datos 137

4.5.5 – Visualización de datos 151

4.6 –VideoPhysics 154

4.6.1 - Características generales 154

4.6.2 – Toma de datos 155

4.6.3 – Análisis y visualización de datos 160

4.7 – Skitch 162

4.7.1 - Características generales 162

4.7.2 – Edición gráfica 163

4.7.3 – Publicación 166

4.8 – Ejercicios y actividades propuestas 167

4.8.1 – Actividad de estimación 167

4.8.2 – Ejercicio 1: análisis de gráficas S - t 168

4.8.3 – Ejercicio 2: análisis de gráficas V - t 169

4.8.4 – Ejercicio 3: expresar medidas en el SI (Sistema Internacional) 170

Capítulo 5 **5 – Resultados 171**

5.1 – Elementos de valoración 172

5.2 – Resultados del cuestionario inicial 177

5.2.1 – Acceso a dispositivos móviles 177

5.2.2 – Conectividad	178
5.2.3 – Frecuencia de uso	179
5.2.4 – Móvil como elemento de distracción	183
5.2.5 – Móvil como herramienta de aprendizaje de física	184
5.2.6 – Percepción de dificultad ante el aprendizaje de física (Cinemática)	185
5.4 – Resultados resolución de problemas	187
5.4.1 – Resolución de problemas del parque de atracciones	187
5.4.2 – Tasa de éxito	213
5.4.3 – Conclusiones del alumnado	215
5.4.4 – Distribución del tiempo	216
5.4.5 – Estimación de magnitudes	220
5.4.6 – Análisis e interpretación de gráficas S-t y V-t	226
5.4.7 – Medidas en SI (Sistema Internacional)	230
5.5 – Resultados del cuestionario final	232
5.5.1 – Percepción de dificultad	232
5.5.2 – Índice NPS	237
5.5.3 – Valoración de aplicaciones	242
5.6 – Análisis cualitativo	246
5.6.1 – Nuevo modelo de enseñanza - aprendizaje	246
5.6.2 – Contenidos y conceptos	247
5.6.3 – Aprendizaje situado	249
5.6.4 – Experiencias de aprendizaje positivas	251
5.6.5 – Sobre la comprensión	253
5.6.6 – Aprendizaje aplicado	254
5.6.7 – Eficacia en el aprendizaje	257
5.6.8 – Fuentes de construcción de conocimientos	258
5.6.9 – Sobre el aprendizaje entre pares	259

-
- 5.6.10 – Aprendizaje cooperativo 262
 - 5.6.11 – Función del profesor 265
 - 5.6.12 – Aprendizaje autónomo 266
 - 5.6.13 – Desarrollo de otras competencias 269
 - 5.6.14 – Difusión de los productos generados 270
 - 5.6.15 – Esfuerzo 271

Capítulo 6 6 – Conclusiones 273

- 6.1 – Estimación de magnitudes 274
 - 6.1.1 – Estimación de magnitudes fundamentales 274
 - 6.1.2 – Estimación de magnitudes derivadas 274
- 6.2 – Análisis e interpretación de gráficas 275
 - 6.2.1 – Análisis e interpretación de gráficas S-t 275
 - 6.2.2 – Análisis e interpretación de gráficas V-t 276
- 6.3 – Resolución de problemas contextualizados 277
 - 6.3.1 – Número de problemas completados 277
 - 6.3.2 – Informes de resolución de problemas 277
 - 6.3.3 – Conclusiones válidas tras la resolución de problemas 277
- 6.4 – Tasa de éxito 278
- 6.5 – Satisfacción y percepción de dificultad 279
 - 6.5.1 – Satisfacción del alumnado 279
 - 6.5.2 – Percepción de dificultad 279
- 6.6 – Expresar medidas en SI 280

Capítulo 7 7 – Referencias 281

Índice de tablas

<i>Tabla 1: Distribución de los grupos que participaron en el proyecto</i>	111
<i>Tabla 2: Número de alumnos con y sin tecnología</i>	111
<i>Tabla 3: Distribución de la tecnología móvil en la clase 1 (3ºESO)</i>	112
<i>Tabla 4: Distribución de la tecnología móvil en la clase 4 (4ºESO)</i>	112
<i>Tabla 5: Distribución de la tecnología móvil en la clase 6 (4º Diversificación curricular)</i>	113
<i>Tabla 6: Distribución de equipos en la clase 2 (3ºESO)</i>	113
<i>Tabla 7: Distribución de la tecnología móvil en la clase 3 (3º Diversificación curricular)</i>	114
<i>Tabla 8: Distribución de equipos en la clase 5 (4ºESO)</i>	114
<i>Tabla 9: El alumno dispone de teléfono móvil y/o tableta</i>	177
<i>Tabla 10: Conectividad en el dispositivo móvil</i>	178
<i>Tabla 11: Comunicarme con amigos/familia mediante redes sociales</i>	179
<i>Tabla 12: Empleo del dispositivo móvil para jugar</i>	179
<i>Tabla 13: Buscar información en el móvil</i>	180
<i>Tabla 14: Planificar mediante agenda/calendario</i>	180
<i>Tabla 15: Ver vídeos en el móvil</i>	181
<i>Tabla 16: Utilizar el móvil para la realización de tareas escolares</i>	181
<i>Tabla 17: Móvil como elemento de distracción</i>	183
<i>Tabla 18: Herramienta de aprendizaje de física</i>	184
<i>Tabla 19: Percepción de dificultad ante el aprendizaje de física (Cinématica)</i>	185
<i>Tabla 20: Promedio de atracciones investigadas por equipo cooperativo</i>	187
<i>Tabla 21: Identificar movimientos en la atracción "la lanzadera"</i>	188
<i>Tabla 22: Hallar el valor de la velocidad de subida en la atracción "la lanzadera"</i>	189
<i>Tabla 23: Hallar el valor de la Energía potencial en el punto más alto de la atracción "la lanzadera"</i>	189

Tabla 24: Hallar el valor del desplazamiento durante el tramo de subida de la atracción “la lanzadera”	190
Tabla 25: Hallar las ecuaciones del MRU de subida de la atracción “la lanzadera”	190
Tabla 26: Hallar el valor de la posición inicial en el tramo de caída libre de la atracción “la lanzadera”	191
Tabla 27: Hallar el valor del desplazamiento en el tramo de caída libre de la atracción “la lanzadera”	191
Tabla 28: Hallar el valor del tiempo de caída en el tramo de caída libre de la atracción “la lanzadera”	192
Tabla 29: Hallar el valor aceleración en el tramo de caída libre de la atracción “la lanzadera”	192
Tabla 30: Hallar el valor máximo de energía cinética en el tramo de caída libre de la atracción “la lanzadera”	192
Tabla 31: Hallar el valor máximo de energía potencial en el tramo de caída libre de la atracción “la lanzadera”	193
Tabla 32: Hallar el valor de la energía mecánica en el tramo de caída libre de la atracción “la lanzadera”	193
Tabla 33: Hallar el valor de la velocidad inicial en el tramo de caída libre de la atracción “la lanzadera”	193
Tabla 34: Hallar el valor máximo de velocidad alcanzada en el tramo de caída libre de la atracción “la lanzadera”	194
Tabla 35: Determinar las ecuaciones S-t y V-t del tramo de caída libre de la atracción “la lanzadera”	194
Tabla 36: Hallar el valor de la posición inicial en el tramo de frenado de la atracción “la lanzadera”	196
Tabla 37: Hallar el valor del desplazamiento el tramo de frenado de la atracción “la lanzadera”	196
Tabla 38: Hallar el valor de la velocidad inicial en el tramo de frenado de la atracción “la lanzadera”	197
Tabla 39: Hallar el valor de la velocidad final en el tramo de frenado de la atracción “la lanzadera”	197

Tabla 40: Hallar el valor del tiempo de frenado el tramo de frenado de la atracción "la lanzadera"	197
Tabla 41: Hallar el valor de la aceleración de frenado en el tramo de frenado de la atracción "la lanzadera"	198
Tabla 42: Determinar las ecuaciones S-t y V-t del tramo de frenado de la atracción "la lanzadera"	198
Tabla 43: Identificar el movimiento de la atracción "las sillas voladoras"	200
Tabla 44: Hallar el valor del período de la atracción "las sillas voladoras"	200
Tabla 45: Hallar el valor de la frecuencia de la atracción "las sillas voladoras"	201
Tabla 46: Hallar el valor de la velocidad lineal de la atracción "las sillas voladoras"	201
Tabla 47: Hallar el valor de la velocidad angular de la atracción "las sillas voladoras"	201
Tabla 48: Hallar el valor de la aceleración centrípeta de la atracción "las sillas voladoras"	202
Tabla 49: Hallar el valor de la fuerza centrípeta de la atracción "las sillas voladoras"	202
Tabla 50: Abismo tramo de subida	205
Tabla 51: Abismo tramo de bajada	206
Tabla 52: Tarántula tramo de subida	209
Tabla 53: Tarántula tramo de bajada	210
Tabla 54: Abismo tramo de subida	212
Tabla 55: Porcentaje de alumnos que entregan el informe a tiempo	213
Tabla 56: Porcentaje de alumnos cuyos informes alcanzan los criterios de evaluación mínimos establecidos	214
Tabla 57: Promedio de conclusiones por equipo cooperativo	215
Tabla 58: Promedio de sesiones que dedican los grupos cooperativos	216
Tabla 59: Porcentaje de alumnos que estiman la posición inicial de un móvil con un error relativo menor del 50%	220
Tabla 60: Porcentaje de alumnos que estiman la posición inicial de un móvil con un error relativo entre el 50% y el 100%	220
Tabla 61: Porcentaje de alumnos que estiman la posición inicial de un móvil con un error relativo mayor del 100%	221
Tabla 62: Porcentaje de alumnos que estiman la velocidad media de un móvil con un error relativo menor del 50%	222

Tabla 63: Porcentaje de alumnos que estiman la velocidad media de un móvil con un error relativo entre el 50% y el 100%	222
Tabla 64: Porcentaje de alumnos que estiman la velocidad media de un móvil con un error relativo mayor del 100%	223
Tabla 65: Porcentaje de alumnos que estiman la aceleración de un móvil con un error relativo menor del 50%	224
Tabla 66: Porcentaje de alumnos que estiman la aceleración de un móvil con un error relativo entre el 50% y el 100%	224
Tabla 67: Porcentaje de alumnos que estiman la aceleración de un móvil con un error relativo mayor del 100%	225
Tabla 68: Porcentaje de alumnos que determinan la posición inicial (S_0), la velocidad (V) y la ecuación del movimiento a partir de una gráfica $S-t$	226
Tabla 69: Porcentaje de alumnos que determinan la velocidad inicial (V_0), la aceleración (a) y la ecuación del movimiento a partir de una gráfica $V-t$	228
Tabla 70: Porcentaje de alumnos que expresaron correctamente las medidas de magnitudes fundamentales en SI	230
Tabla 71: Porcentaje de alumnos que expresaron correctamente las medidas de magnitudes derivadas en SI	231
Tabla 72: Percepción de dificultad, de los alumnos que utilizaron móviles, ante el aprendizaje de física	232
Tabla 73: Percepción de dificultad, de los alumnos que no utilizaron dispositivos móviles, ante el aprendizaje de física	234
Tabla 74: Clasificación NPS de alumnos que utilizaron dispositivos	238
Tabla 75: Índice NPS alumnos que utilizaron dispositivos	238
Tabla 76: Clasificación NPS de alumnos que no utilizaron dispositivos	240
Tabla 77: Índice NPS alumnos que no utilizaron dispositivos	240
Tabla 78: Utilidad de la aplicación SPARKvue para el aprendizaje de física	242
Tabla 79: Utilidad de la aplicación Videophysics para el aprendizaje de física	243
Tabla 80: Utilidad de la aplicación Skitch para el aprendizaje de física	244
Tabla 81: Utilidad de la aplicación hojas de cálculo para el aprendizaje de física	245

Índice de gráficos

<i>Gráfico 1: El alumno dispone de teléfono móvil y/o tableta</i>	<i>177</i>
<i>Gráfico 2: Conectividad en el dispositivo móvil</i>	<i>178</i>
<i>Gráfico 3: Frecuencia de uso del dispositivo móvil por categorías</i>	<i>182</i>
<i>Gráfico 4: Frecuencia de distracción con dispositivos móviles</i>	<i>183</i>
<i>Gráfico 5: Herramienta de aprendizaje de física</i>	<i>184</i>
<i>Gráfico 6: Percepción de dificultad ante el aprendizaje de física (Cinemática)</i>	<i>185</i>
<i>Gráfico 7: Percepción de dificultad ante el aprendizaje de física (Cinemática) II</i>	<i>186</i>
<i>Gráfico 8: Promedio de atracciones investigadas por equipo cooperativo</i>	<i>187</i>
<i>Gráfico 9: Identificar movimientos en la atracción “la lanzadera”</i>	<i>188</i>
<i>Gráfico 10: Porcentaje de equipos cooperativos que lograron resolver cada apartado del problema de “la lanzadera” en el tramo de subida</i>	<i>190</i>
<i>Gráfico 11: Porcentaje de equipos cooperativos que lograron resolver cada apartado del problema de “la lanzadera” en el tramo de caída libre</i>	<i>195</i>
<i>Gráfico 12: Porcentaje de equipos cooperativos que lograron resolver cada apartado del problema de “la lanzadera” en el tramo de caída libre</i>	<i>199</i>
<i>Gráfico 13: Porcentaje de equipos cooperativos que lograron resolver cada apartado del problema de “las sillas voladoras”</i>	<i>203</i>
<i>Gráfico 14: Porcentaje de equipos cooperativos que lograron resolver cada apartado del problema de “el abismo” en el tramo de subida</i>	<i>205</i>
<i>Gráfico 15: Porcentaje de equipos cooperativos que lograron resolver cada apartado del problema “el abismo” en el tramo de bajada</i>	<i>207</i>
<i>Gráfico 16: Porcentaje de equipos cooperativos que lograron resolver cada apartado del problema “la tarántula” en el tramo de subida</i>	<i>209</i>
<i>Gráfico 17: Porcentaje de equipos cooperativos que lograron resolver cada apartado del problema “la tarántula” en el tramo de bajada</i>	<i>211</i>

Gráfico 18: Porcentaje de equipos cooperativos que lograron resolver cada apartado del problema “la máquina”	212
Gráfico 19: Porcentaje de alumnos que entregan el informe a tiempo	213
Gráfico 20: Porcentaje de alumnos cuyos informes alcanzan los criterios de evaluación mínimos establecidos	214
Gráfico 21: Promedio de conclusiones por equipo cooperativo	215
Gráfico 22: Promedio de sesiones que dedican los grupos cooperativos	217
Gráfico 23: Porcentaje de distribución del tiempo de los equipos cooperativos	218
Gráfico 24: Porcentaje de distribución del tiempo de los equipos cooperativos que no utilizan dispositivos móviles	219
Gráfico 25: Errores en la estimación de la posición inicial de un móvil	221
Gráfico 26: Errores en la estimación de la velocidad media de un móvil	223
Gráfico 27: Errores en la estimación de la aceleración de un móvil	225
Gráfico 28: Porcentaje de alumnos que determinan la posición inicial (S_0), la velocidad (V) y la ecuación del movimiento a partir de una gráfica S - t	227
Gráfico 29: Porcentaje de alumnos que determinan la velocidad inicial (V_0), la aceleración (a) y la ecuación del movimiento a partir de una gráfica V - t	229
Gráfico 30: Porcentaje de alumnos que expresaron correctamente	230
Gráfico 31: Porcentaje de alumnos que expresaron correctamente	231
Gráfico 32: Percepción de dificultad, de los alumnos que utilizaron móviles,	233
Gráfico 33: Percepción de dificultad, de los alumnos que no utilizaron móviles,	235
Gráfico 34: Percepción de dificultad de los estudiantes ante el aprendizaje de física	236
Gráfico 35: Clasificación NPS de alumnos que utilizaron dispositivos	239
Gráfico 36: Clasificación NPS de alumnos que no utilizaron dispositivos	241
Gráfico 37: Utilidad de la aplicación SPARKvue para el aprendizaje de física	242
Gráfico 38: Utilidad de la aplicación Videophysics para el aprendizaje de física	243
Gráfico 39: Utilidad de la aplicación Skitch para el aprendizaje de física	244
Gráfico 40: Utilidad de la aplicación hojas de cálculo para el aprendizaje de física	245

Índice de figuras

- Figura 1: Portal web eduapps 74*
- Figura 2: Portal APPitic 75*
- Figura 3: Portal APPitic – Inteligencias múltiples 76*
- Figura 4: Portal APPitic – Themes (asignaturas) 77*
- Figura 5: Portal APPitic – Bloom’s Taxonomy (taxonomía de Bloom) 77*
- Figura 6: Portal APPitic – Otras categorías 78*
- Figura 7: Seminario de mobile learning – CRIF Las Acacias 79*
- Figura 8: Entornos personales de aprendizaje móvil 80*
- Figura 9: Aprendizaje basado en retos con apps 81*
- Figura 10: PBLH (Project Based Learning in Hand) – Vicent, T (2010) 82*
- Figura 11: Proyecto edumoviles 84*
- Figura 12: Mural del proyecto Peace and cooperation 85*
- Figura 13: Blog del maratón fotográfico de Fitoatocha 86*
- Figura 14: Audio guías “Fitoatocha” 87*
- Figura 15: Alumno de Bachillerato documentando el proceso de aprendizaje 88*
- Figura 16: Proyecto “Mapa de ruidos con realidad aumentada” 90*
- Figura 17: Herramientas utilizadas para llevar a cabo el proyecto “Mapa de ruidos” 91*
- Figura 18: Instageometry 92*
- Figura 19: Instagram del proyecto 93*
- Figura 20: Historias de la historia en stop motion 94*
- Figura 21: Fase inicial del proyecto 95*
- Figura 22: Recursos móviles utilizados en el proyecto 96*
- Figura 23: Radio – TV Waves 97*
- Figura 24: Video cuento interactivo, sección Storytelling del proyecto Waves 98*
- Figura 25: Apps utilizadas en el proyecto Waves 99*
- Figura 26: Ecogymkana con códigos QR 100*
- Figura 27: Actividades interactivas del proyecto Ecogymkana 101*
- Figura 28: Actividades interactivas del proyecto Ecogymkana 101*

<i>Figura 29: programa aulas de física del parque de atracciones</i>	<i>107</i>
<i>Figura 30: Cuadernillo de ejercicios del aula de física del parque de atracciones</i>	<i>108</i>
<i>Figura 31: física en movimiento</i>	<i>115</i>
<i>Figura 32: sensor de movimiento de Pasco</i>	<i>167</i>
<i>Figura 33: *Ejercicio 1</i>	<i>168</i>
<i>Figura 34: *Ejercicio 2</i>	<i>169</i>
<i>Figura 35: *Ejercicio 3</i>	<i>170</i>
<i>Figura 36: Informe de resultados realizados por el alumnado</i>	<i>175</i>
<i>Figura 37: Reflexiones del alumnado</i>	<i>176</i>

CAPÍTULO 1

1- Introducción

1.1 - Motivación

Esta tesis surge de mi práctica docente y de mi condición de químico. En ella convergen tres realidades que marcan mi identidad: la educación, las ciencias experimentales y la tecnología.

No he partido de la teoría, la teoría se ha ido haciendo presente y necesaria durante el proceso de acción-reflexión. Mi perspectiva científica ha hecho que parta de la observación, la práctica y la experimentación. El aula se ha convertido en un laboratorio en el que poner en juego diversos elementos, condiciones y situaciones. El alumnado, al igual que los elementos y compuestos químicos, reaccionan, enlazan, conectan y se modifican. En el proceso de intervención he ido recogiendo resultados, recurriendo a la teoría y reformulando mis acciones para optimizar el proceso aprendizaje-enseñanza.

Durante mis años de formación superior, el laboratorio estaba presente cada día, de ahí que mi enfoque está estrechamente marcado por una perspectiva experimental. He puesto en práctica el rigor del investigador, analizando una situación problemática, sistematizando mis observaciones, introduciendo elementos diversos, recogiendo su impacto, buscando respuestas.

En este proceso he podido descubrir que el aula funciona como un sistema de relaciones, ya que las condiciones del aprendizaje moverán a sus elementos (alumnos y profesor, espacios, conceptos...) a funcionar en una u otra dirección. Cada alumno, es un elemento único y excepcional, que aunque autónomo, no funciona individualmente, sino que se integra en el conjunto de interacciones y situaciones que en la clase se generan.

Hay un principio básico que ha marcado este proceso: acción-reacción. Toda iniciativa, propuesta, cambio, es decir, toda acción, genera en los alumnos una reacción, término que refiere diversos significados según la RAE, algunos de ellos nos pueden llevar a pensar en el proceso de enseñanza-aprendizaje:

1. f. Acción que resiste o se opone a otra acción, obrando en sentido contrario a ella.

2. f. Forma en que alguien o algo se comporta ante un determinado estímulo.
Mi reacción a su respuesta no se hizo esperar.

7. f. Biol. Acción del organismo que trata de contrarrestar la influencia de un agente patógeno.

8. f. Mec. Fuerza, igual y opuesta, con que un cuerpo responde a la acción de otro sobre él.

9. f. Quím. Transformación de unos compuestos químicos en otros.

Atendiendo a este principio, he llevado a cabo un proceso de modificación continua de las condiciones de enseñanza, para observar y analizar las repercusiones que éstas tienen en el alumno y en el aprendizaje. No conformándome con las leyes tradicionales que rigen la enseñanza, he introducido modificaciones en los roles, en el modelo de organización, en los objetivos, instrumentos de trabajo, tiempos, ... para generar una optimización del aprendizaje.

La escuela, como un ecosistema vivo, se rige por los organismos que la pueblan: un alumnado con intereses y experiencias concretas y un profesorado con expectativas y una trayectoria determinada. Todas las situaciones que he diseñado estaban formuladas para adaptarse a las características de los alumnos. La escuela se ve influida por el medio y por todos los cambios que en éste se producen, de ahí, que las propuestas didácticas han estado diseñadas en torno a las tecnologías emergentes, siendo un proceso de innovación permanente, en el que los dispositivos móviles suponen la última tecnología incorporada y sobre la que versa este estudio.

1.2 - Planteamiento del problema

Seres humanos 2.0: al observar la infancia y la juventud de hoy, comprobamos que la realidad tecnológica global y cultural está influyendo en los modelos sociales. Hay aspectos del mundo globalizado y tecnológico que están condicionando la configuración de los seres humanos actuales. Son muchos los autores que reparan en esto y acuñan términos como nativos digitales (Prensky, 2001). Parece que este nuevo ecosistema, donde interacciones y procesos se han modificado, intensificado y acelerado, está teniendo un impacto sobre los procesos de aprendizaje y de relación con el mundo.

La revolución tecnológica es diaria, la rápida evolución de dispositivos para usuarios genera la renovación constante de los modos de interacción con el medio y el acceso a la información. Internet nos conectó globalmente y la tecnología móvil ha hecho omnipresente esta conexión. La relevancia y extensión de esas transformaciones permite hablar de un proceso de mediatización marcado por la translocalidad (Aguado y Martínez, 2006). Esta situación novedosa, permite que el aprendizaje pueda desligarse del espacio aula y localizarse en contextos reales, al disponer de herramientas de trabajo y medios para acceder a la información.

La socialización en este nuevo contexto influye en el desarrollo de la infancia. Nos encontramos seres hipercinéticos, hiperconectados. Su socialización ha adquirido nuevos espacios de irrealidad, donde lo humano y lo virtual se entremezclan y confunden. La inmediatez, la velocidad de procesamiento de imágenes, la búsqueda de la intensidad, la hipersensibilidad... son una consecuencia de lo anterior. Diversas clases de experiencias conducen a diversas estructuras cerebrales (Prensky, 2001). Debido a dicha instrucción tecnológica, los cerebros de nuestros jóvenes experimentan cambios que los convierten en diferentes a los nuestros. "Todos estos aspectos nos deben hacer caer en la cuenta, que el sistema escolar, tal y como lo conocemos, no solo es obsoleto sino que se contrapone, desde su estatismo, a estas nuevas potencias y realidades (Prensky, 2010, p. 5).

¿Cómo influyen los dispositivos móviles en la socialización y en la construcción de conocimiento del alumnado actual?

¿Nos encontramos ante un nuevo modelo social en el que la tecnología ha modificado los procesos de aprendizaje?

¿Permite la tecnología móvil conectada el desarrollo de la capacidad de aprender de forma autónoma, en colaboración y generar conocimiento y aprendizaje?

1.3 - Justificación

El informe PISA considera la formación científica como objetivo fundamental de la educación obligatoria, ya que es básico comprender cómo la ciencia y la tecnología repercuten en nuestra vida. El informe de la OCDE del 2003, 2006 y 2009, pone en evidencia que España no alcanza la media de los países desarrollados en el aprendizaje de ciencias, situándose 13 puntos por debajo de la media OCDE (Fernández, Mena y Riviere, 2010). Los resultados del estudio 2012 no son más optimistas. Eduardo Vidal-Abarca, catedrático de Psicología Evolutiva, miembro del comité de expertos de la OCDE, adelanta, que en esta edición, los resultados medios de España serán bastante deficitarios (Yagüe e Ibáñez, 2013).

Por lo tanto, el enfoque de la enseñanza de ciencias en nuestro sistema educativo no es eficaz. Es prioritario hacer un estudio sobre nuevas posibilidades de enseñanza de ciencias experimentales. Éstas, deben estar encaminadas al desarrollo de la capacidad de aplicar el conocimiento científico, identificar preguntas y extraer conclusiones basadas en los hechos, para entender y poder tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana ha provocado en él (OCDE, 2003), como requiere el marco de educación de la *"Organisation for Economic Co-operation and Development"*.

En el apartado de resultados del informe PISA 2014, relativos a la resolución de problemas, competencia muy vinculada a las ciencias experimentales, el porcentaje de alumnos con bajos resultados en España se sitúa en el 28,5%, mientras que solo el 7,8% logra estar entre los alumnos excelentes. Los resultados obtenidos por los alumnos españoles en la resolución de problemas extrapolados a la vida real son bajos. El sistema educativo español, se centra en la repetición y la reproducción, sin que se den oportunidades para que se transfieran los aprendizajes.

El director de PISA, Andreas Schleicher, destaca que en las dificultades de los alumnos españoles no hay diferencias sociales, regionales o por centros, sino que “muchos estudiantes en muchas regiones tienen esos problemas”, lo que vincula al hecho de que la enseñanza en España “se centra demasiado en la reproducción” de los conocimientos que se adquieren y no en extrapolarlos para resolver situaciones prácticas. En este sentido, ha advertido que “la empleabilidad no depende solo de recordar lo que se ha aprendido, sino de aplicar las destrezas en la resolución de problemas” (Trillo, 2014, p.1).

Cabe resaltar que existe un importante analfabetismo científico en la población (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, 2015). A pesar de esto, el informe “Percepción social de la ciencia y la tecnología 2014”, recoge que los jóvenes de entre 15 y 24 años son los que más se interesan por la ciencia. Un 25% de ellos menciona espontáneamente la ciencia y la tecnología cuando se les pregunta por tres temas por los que se sientan interesados. Este dato aporta la necesidad de mejorar la formación científica de los jóvenes que se sienten motivados al respecto.

La Educación Secundaria Obligatoria tiene el deber y el objetivo de garantizar a los alumnos una formación global y que les proporcione herramientas para afrontar múltiples retos personales, laborales y académicos. Según Education at a Glance (2013), la Educación Secundaria es cada vez más importante en todos los países, ya que los conocimientos, las habilidades y las competencias necesarias en el mercado laboral mundial son cada vez más sofisticadas y requieren la capacidad de responder a la incertidumbre y a las demandas cambiantes de la economía.

Una de las competencias más ampliamente demandada en el contexto actual, es la relacionada con la habilidad de aprender de forma autónoma. Esta competencia garantiza que el sujeto sea capaz de responder a una sociedad rápidamente cambiante, a través de un aprendizaje continuado a lo largo de toda su vida. La necesidad de promover este enfoque queda reflejada en el memorandum sobre aprendizaje a lo largo de toda la vida (Comisión de las Comunidades Europeas, 2000). Un modelo escolar basado en un enfoque unidireccional, en el que el docente se limita a la transmisión de contenidos y el alumnado es un agente pasivo de memorización, no propicia el desarrollo de herramientas que capaciten para un aprendizaje autónomo.

La educación durante toda la vida se presenta como una de las llaves de acceso al siglo XXI. Esta noción va más allá de la distinción tradicional entre educación básica y educación permanente, y responde al reto de un mundo que cambia rápidamente (UNESCO, 1997). Un enfoque de la enseñanza basado en la repetición de contenidos y en el que no se desarrollan competencias, no responde a las demandas crecientes, no prepara al alumnos para afrontar una realidad cambiante, ni para las exigencias a las que se enfrentará a lo largo de su trayectoria vital.

El cambio en la sociedad global y los modelos de mercado y empleabilidad están estrechamente vinculados al desarrollo tecnológico que se ha filtrado en todos los niveles de la actividad humana. La permeabilidad de los continuos cambios tecnológicos en la sociedad, ha modificado significativamente el modo de interacción humana. Los adultos nacidos entre 1986 y 1992, son denominados como *reset generation* siendo la primera generación alfabetizada tecnológicamente en la historia, por lo que son definidos como nativos digitales (Hatcher, 2013).

Las generaciones nacidas desde finales de los años ochenta, han crecido con la tecnología digital y *social media*, siendo la tecnología uno de los elementos esenciales de la vida. Los dispositivos digitales tienen una alta prevalencia en este grupo. La *reset generation* tiene profundamente arraigada conducta *social media*: 88% el uso de redes sociales, 74% *post* en los foros y el 63% son *bloggers* activos (Univeral McCann, 2010).

El universo TIC aumenta continuamente. Ahora la combinación ganadora es la que da la telefonía móvil e Internet en el dispositivo, clave en la que convergen ambos: el teléfono inteligente o Smartphone.

Internet es la red más grande de ordenadores a nivel mundial: ha pasado de ser un lugar de trabajo y comunicación de unos pocos a convertirse en una herramienta crítica para millones de usuarios (Gómez, 2002). Esta situación de proliferación de tecnologías de conectividad lleva a la existencia cada vez mayor de usuarios que se identifican como permanentemente conectados, es decir, usuarios que declaran que se encuentran permanentemente conectados a Internet (Fundación Telefónica, 2013)

El desarrollo de Internet móvil es un movimiento de gran calado y envergadura, que está cambiando la forma en la que los usuarios se relacionan con Internet y que lleva por detrás un desarrollo industrial importante. En la actualidad, la creación de infraestructuras, dispositivos, y de software especializado, está suponiendo una actividad económica muy elevada tanto en facturación como en número de empleos. Dentro de esta actividad, el diseño y fabricación de dispositivos de movilidad, smartphones y tablets, tiene un peso elevado (Fundación telefónica, 2013).

Respecto a los smartphones, el mercado potencial es enorme, como muestra el que ya existen casi tantos teléfonos móviles (6.800 millones) como personas (7.100 millones), y además, la transición del terminal tradicional al smartphone está sucediendo de una forma rápida. Un 72,6% de personas acceden a Internet a diario. Este porcentaje llega al 85% si bajamos al tramo de edad de 16 a 24 años (Fundación telefónica, 2013).

Diversos informes revelan que el acceso a información, apps, contenidos digitales... se ha generalizado, permitiendo derribar las limitaciones de la red fija. Este hecho ha tenido un impacto cualitativo al acceso al conocimiento. La telefonía móvil ha supuesto una radical transformación en los ritos sociales de la interacción (Geser, 2006).

La educación no se está manteniendo ajena a todo este cambio. Si lo trasladamos al proceso de enseñanza-aprendizaje, estaríamos hablando de *Mobile Learning* (también llamado *m-learning*) o “aprendizaje en movilidad”. El desarrollo de los nuevos dispositivos móviles en estos últimos años puede suponer un importante cambio en el desarrollo de las actividades en el sistema educativo (Camacho y Lara, 2011).

Igual que el desarrollo de la escritura supuso un cambio en la tradición oral e icónica de transmisión de conocimiento, la conectividad móvil y global, la autonomía de cada persona en el acceso a información, requieren un cambio en el paradigma educativo. En un periodo relativamente corto, son muchos los cambios a los que nos hemos visto sometidos. Esta revolución ha supuesto el desarrollo de una sociedad global que evoluciona a gran velocidad. Parte de esta revolución ha transformado la forma en que adquirimos y transmitimos el conocimiento (Aliende y Oro, 2009).

El informe Horizon analiza las innovaciones tecnológicas que repercutirán en el sistema educativo. Según este informe, las tecnologías que tendrán un gran impacto en la Enseñanza Primaria y Secundaria en los próximos doce meses son la Informática en la Nube y el Aprendizaje Móvil, dos tipos de tecnologías que han estado presentes en este mismo plazo de adopción o en el previsto para dos-tres años desde la primera edición del NMC Horizon Report: K-12 Edition en el año 2009. Los estudiantes tienen cada vez más expectativas en poder trabajar, jugar y aprender mediante los servicios basados en la Nube y las aplicaciones de sus dispositivos móviles, cuándo y dónde quieran.

La tecnología móvil nos permite situar el aprendizaje en diversos contextos. Si indagamos en el aprendizaje situado, encontramos investigaciones que han concluido la relevancia de experiencias y su impacto en el aprendizaje significativo. Las tecnologías móviles han cambiado la misma naturaleza del conocimiento, sobre todo en el modo como se distribuye y cómo se accede él, pero también se ha modificado la manera de trabajarlo. (Camacho y Lara, 2011) En el año 2013 se materializa un nuevo escenario comercial motivado por la necesidad de los usuarios de disponer de ubicuidad en el acceso.

El contexto escolar está sujeto a limitaciones espaciales que se pueden superar con una planificación de espacios reales de aprendizaje. Uno de los aspectos claves relacionados con el aprendizaje experiencial es el lugar elegido para llevarlo a cabo, ya que éste supone uno de los valores añadidos respecto a la enseñanza formal en la escuela (Dillon et al., 2006). Los dispositivos móviles posibilitan diseñar estos espacios de aprendizaje al poder introducir Internet en el aula por medio de los dispositivos, y acceder a las posibilidades de éstos fuera de la escuela gracias a sus características. La proliferación de dispositivos móviles, que ha caracterizado estos últimos años, hace que el usuario, cuando tiene acceso a diferentes redes de forma simultánea, quiera estar conectado desde cualquier sitio, y con la mayor calidad posible. (Fundación telefónica, 2013)

El contexto, no genera aprendizaje por sí mismo, es necesaria la función del docente, que guía el proceso, detecta las ideas previas del alumnado, promueve la búsqueda de explicaciones, y la necesidad de conocimiento en torno a un concepto, organiza el conocimiento y facilita herramientas y estrategias a los alumnos. Ballantyne y Packer (2002), encontraron diferencias significativas entre los estudiantes que habían realizado pre-actividades antes de la visita didáctica, con respecto a aquellos que no las habían hecho. Es necesaria la intervención docente en un modelo de relación educativa en el que el profesor guía el aprendizaje para que los alumnos lo construyan.

Los retos humanos y educativos actuales requieren un cambio en el modelo de organización escolar y de los aprendizajes. El profesor se convierte en agente activo, cuya función principal debe ser idear, diseñar e implementar escenarios y contextos de aprendizaje con un alto nivel de ingeniería didáctica, donde la teoría se ponga al servicio del alumnado y se den experiencias que promuevan el aprendizaje autónomo y contextualizado.

1.4 - Contexto de investigación

Con el objetivo de abarcar un marco de acción, ante el contexto tecnológico y escolar en el que nos hayamos, tal y como se describe en los puntos anteriores, este estudio se centra en un objeto concreto de investigación: **implementación de dispositivos móviles para el aprendizaje de la cinemática, dinámica y mecánica en contextos reales**. Para ello, se va a llevar a cabo el diseño y el desarrollo de una propuesta didáctica en el aula.

Durante diversos años se ha ejecutado un proceso de investigación-acción en el aula, integrando: tecnología, aprendizaje basado en proyectos y aprendizaje situado en contextos reales. Este estudio recoge la fase en la que se introducen dispositivos móviles en los contextos de aprendizaje, aunque se describirá todo el proceso de investigación-acción desarrollado a lo largo de diferentes cursos escolares.

La investigación se encuadra dentro de un proceso de investigación-acción. Los antecedentes del marco de aprendizaje situado fueron iniciados en el año 2009, con la implementación de metodologías activas y tecnología en el aprendizaje de la física. Este estudio se enmarca en la fase desarrollada en el año 2013, en la que se han introducido dispositivos móviles con acceso a Internet para el aprendizaje de la física.

La muestra elegida para el desarrollo de la investigación corresponde a un total de 103 alumnos y alumnas de 3º y 4º de Educación Secundaria Obligatoria, que están repartidos en cuatro grupos de un centro escolar de la Comunidad de Madrid. El proyecto se implementa en la asignatura obligatoria de Física y Química y se vincula a los bloques relacionados con la cinemática, dinámica y mecánica.

La metodología de investigación se basa en el análisis de datos cualitativos y cuantitativos de resultados, calificaciones, cuestionarios, aportes cuantitativos con la exploración de diarios de observación y estudio de casos a través de los diarios de aprendizaje del alumnado.

El enfoque pedagógico de la propuesta se apoya en tres principios fundamentales: aprendizaje basado en problemas, aprendizaje cooperativo y el *u-learning* con la incorporación de la tecnología móvil a todo el proceso. Se pretende llevar a cabo un modelo de aprendizaje-enseñanza que tenga repercusiones en los procesos de aprendizaje del alumnado y la adquisición significativa de competencias y conceptos.

Los principios que guían la acción docente están basados en la metodología activa, el trabajo cooperativo, el *u-learning* al integrar la tecnología móvil, los procesos de metacognición sobre el aprendizaje y el aprendizaje basado en problemas. Con este objetivo se han diseñado e implementado actividades que permiten el desarrollo de este paradigma de aprendizaje.

Para llevar a cabo el proyecto se organiza al alumnado en equipos de cuatro o cinco miembros. De forma aleatoria, se establecieron dos grandes secciones de alumnos: a una sección se les facilitan dispositivos móviles con conexión a internet y aplicaciones específicas para el desarrollo del proyecto. La otra sección de alumnos trabajará con herramientas analógicas para llevar a cabo el proyecto. El alumnado puede hacer uso de sus propios dispositivos al basarnos en el modelo BYOD (*Bring your own device*).

El docente, como investigador, diseña escenarios de aprendizaje que permiten la experimentación y da un proceso de observación participante. Durante el proceso se lleva a cabo la recogida de la evolución del aprendizaje de los alumnos, el análisis de informes parciales, y finalmente, se estudian detenidamente los informes definitivos de investigación y otros productos como vídeos, blogs y presentaciones que recogen los aprendizajes adquiridos. Al final del proceso se hace un análisis comparativo de la experiencia y los resultados de los alumnos que trabajan con tecnología móvil y los que trabajan con herramientas analógicas.

Dado el enfoque y el ámbito de estudio, este proyecto presenta elementos que aportarán elementos diferenciadores originales, esencialmente en la aplicación e implementación de tecnología, que representará claras ventajas y que podemos sintetizar en los siguientes puntos:

1. **Modelo BYOD (*Bring your own device*):** la universalización de los dispositivos móviles entre el alumnado implica que prácticamente todos los alumnos posean un instrumento tecnológico, portable y con acceso a internet. Esto facilita que todos los alumnos tengan acceso a tecnología para la realización de las tareas y proyectos, abarata los

costes al centro educativo y fomenta la autonomía del alumnado al usar sus dispositivos como herramienta de trabajo y aprendizaje.

2. **Integración de la Nube al modelo de gestión del proceso de aprendizaje-enseñanza:** Es un servicio computacional que permite conectar, compartir, colaborar, recopilar... y muchas otras funciones con gran accesibilidad en cualquier momento o lugar, utilizando múltiples dispositivos. A nivel educativo, simplifica la cooperación entre iguales, el acceso a diversas herramientas de trabajo, el feedback constante entre profesor y alumnos, etcétera; sin necesidad de diseñar complejas plataformas que requieran alta competencia de programación o mantenimiento.
3. **Disponibilidad en el mercado de múltiples apps:** Existen múltiples aplicaciones que permiten configurar los dispositivos móviles, adaptándolos a las necesidades de cada usuario. Además, el diseño del escritorio del dispositivo no es estático y puede ser modificado constantemente. Las aplicaciones tienen su mayor potencial en que son sencillas, de accesibilidad rápida, intuitivas y que existen múltiples opciones. La generalización de las aplicaciones móviles permite que los alumnos dispongan de herramientas de trabajo, a las que hubiera sido impensable acceder, antes de la aparición de esta tecnología.

-
4. **Ubicuidad de la tecnología conectada:** los dispositivos móviles inteligentes tienen la ventaja al ser ligeros, de pequeño tamaño, disponen de batería con alto grado de autonomía y con conexión inalámbrica y constante a internet. Su portabilidad permite flexibilizar los contextos de aprendizaje, favoreciendo el acceso a herramientas, información y redes sociales de forma rápida y fácil, en cualquier momento y desde cualquier lugar. Este modelo de aprendizaje en cualquier lugar y momento se denomina ubicuidad, en esta característica radica la enorme potencialidad didáctica y pedagógica de estos dispositivos.

1.5 - Objetivos

- **01.** Investigar cómo influye el uso de dispositivos móviles en la capacidad del alumnado de estimación de magnitudes físicas.
- **02.** Analizar cómo afecta el uso de dispositivos móviles en la interpretación de gráficas S-t (espacio – tiempo) y V-t (velocidad – tiempo).
- **03.** Emplear aplicaciones y herramientas disponibles en los dispositivos móviles para conseguir una mayor eficacia en la resolución de problemas de física situados en un entorno real.
- **04.** Reducir la tasa de abandono de tareas obligatorias de física mediante una metodología de aprendizaje basado en la resolución de problemas, integrando dispositivos móviles.

- **O5.** Favorecer la motivación, la aceptación del conocimiento y la responsabilidad con el aprendizaje, gracias a la resolución de problemas reales con dispositivos móviles.
- **O6.** Comprobar si el uso de dispositivos móviles favorece en los alumnos el desarrollo de la capacidad de conversión de medidas a unidades del SI (Sistema Internacional).

1.6 - Difusión del trabajo en publicaciones y congresos

La experiencia “*Physics on the go*” y el estudio desarrollado sobre metodología *m-learning* y *u-learning* ha sido difundida en diferentes portales, entrevistas, plataformas y congresos.

- Profesores en acción, Escuelas Católicas: “Aprendizaje ubicuo”. Abril 2017.
- Programa “Educar para el futuro 2017” – Obra social Ibercaja – *Master class*: “Aprendizaje a través del móvil” . Marzo 2017.
- SIMO 2016: “Héroe por accidente: Historia de una aventura de aprendizaje y transformación colectiva”. Octubre 2016.
- V Encuentro inspiraTICS, plataforma Proyecta: “*Mobile Learning*, rompiendo los límites del aprendizaje”. Febrero 2016.

-
- Rekréalo, Fundación Telefónica: “CreAPPtividad y APPrendizaje”. Septiembre 2015.
 - Xornadas boas prácticas, CFR Vigo: “*Mobile Learning* en ESO”. Mayo 2015
 - Xornada EscolaTIC 2015: “Aprendizaje móvil, aprendizaje sin límites”. Abril 2015.
 - Periódico Escuela Nº4000 (ISSN: 2386-8244): “Física en movimiento”
 - Revista educadores Nº 251 (ISSN: 0013-1113): “Un futuro presente. Aprendizaje en movilidad”.
 - Apple: OBT (One Best Thing) – ADE (Apple Distinguished Educators): *Physics on the go* iBook - <https://goo.gl/nx6oLq>
 - Tiscar.com: “Cómo aprender física con *m-learning*” (11-06-2014). <http://tiscar.com/2014/06/11/como-aprender-fisica-con-mlearning/>
 - I encuentro de usuarios de Smartphone y tabletas – CITA (Centro Internacional de Tecnologías Avanzadas): “#Physicsonthego, aprendiendo física en movimiento”. Mayo 2014.
 - Jornada “Dispositivos Móviles y Buenas Prácticas en Educación” UAM (Universidad Autónoma de Madrid) – Proyecto Edumovil. Febrero 2014.
 - Tiscar.com: “Del móvil al aula” (30-01-2014). <http://tiscar.com/2014/01/30/aliate-y-enredate/>

- SIMO 2014: “La revolución del aprendizaje móvil”. Octubre 2014
- EDUCARED: Encuentro internacional de educación 2012-2013 Fundación telefónica. Webminar de Metodologías, características y claves del aprendizaje móvil . Octubre 2013.
- Revista Escuelas Católicas N° 48 (ISSN: 1885-7620): “Aprendizaje móvil: compartir la nueva forma de aprender”.

CAPÍTULO 2

2 - Marco teórico

2.1- Didáctica de la Física

2.1.1 - La competencia de conocimiento e interacción con el mundo físico

La física en el siglo XX ha sido el marco histórico más fructífero para la producción de conocimiento y de tecnología. Las perspectivas para el siglo XXI ponen de manifiesto que el desarrollo de la disciplina se seguirá ampliando, ya que abarca preguntas a importantes cuestiones fundamentales para la humanidad: el cerebro, la energía, la tecnología del genoma, la astronomía... (Llebot et al., 2009). Teniendo en cuenta las necesidades, presentes y futuras, que se pueden abordar desde la física, se hace obligatorio elaborar un enfoque didáctico para el aprendizaje de esta materia por su relevancia para la sociedad.

La física es una disciplina cuya naturaleza se caracteriza por el estudio empírico de la realidad, en contraposición a otras ciencias formales, como las matemáticas. Su característica fundamental es que su corpus se basa en la observación de la realidad y la experimentación de los fenómenos de la naturaleza. La relevancia de esta disciplina ha ido en aumento en las últimas décadas, ya que proporciona claves para la comprensión de nuestro medio y nuestra cultura. Esta disciplina permite comprender, predecir y explicar fenómenos, además de desarrollar herramientas para analizar la realidad de forma rigurosa.

En el REAL DECRETO 1631/006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria, se define la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico como la habilidad para interactuar con el mundo físico, tanto en sus aspectos naturales como en los generados por la acción humana, de tal modo que se posibilita la comprensión de sucesos, la predicción de consecuencias y la actividad dirigida a la mejora y preservación de las condiciones de vida propia, de las demás personas y del resto de los seres vivos.

Por consiguiente, la competencia de conocimiento e interacción con el mundo físico está estrechamente ligada a la física, ya que esta competencia hace referencia a la capacidad de utilizar el conocimiento científico, aplicar la metodología científica y ser consciente del papel que ejercen la ciencia y la tecnología en el desarrollo de la sociedad y en el medio ambiente (Junta de Andalucía, 2008).

La enseñanza de la física debe estar orientada al desarrollo de competencias, con el objetivo de crear una sociedad alfabetizada científicamente. Se debe insistir, en que la adquisición de conocimientos se completen con el desarrollo de destrezas y actitudes, que permitan la interpretación y la participación crítica y responsable del entorno en el que viven. Pedrinaci (2011) expone cómo la introducción de un enfoque constructivista está generando una nueva perspectiva en los sistemas educativos de múltiples países. Además, la perspectiva competencial abre posibilidades para reestructurar y potenciar el aprendizaje de las ciencias de forma integrada.

El aprendizaje de ciencias consiste en crear saberes conectados y flexibles, que permitan la incorporación de nuevas ideas y conceptos. La física desarrolla las competencias de autonomía y de aprendizaje toda la vida; para ello, es necesario crear en los alumnos un corpus de conocimientos ordenados: conceptos, principios, teorías y leyes básicas. Asimismo, el docente debe generar la capacidad de interrogarse, buscar respuestas, analizar el entorno, descubrir relaciones entre fenómenos, y otras destrezas que permitan la ampliación y construcción del conocimiento científico. Bybee (1997) hace referencia al concepto “alfabetización científica” como la competencia que capacita a la persona para descubrir, comprender, explicar fenómenos, además de comprender críticamente argumentos e información científica.

Cualquier disciplina científica posee su código lingüístico, emplea tecnicismos y estructuras lingüístico-conceptuales propias, ya que a cada escalón del lenguaje le corresponde una norma de “corrección” y, en consecuencia, un tipo de saber lingüístico en el que se basa la actividad (González y Martínez, 1998). La enseñanza de física debe contribuir al desarrollo de la competencia lingüística, que permita la comprensión e interpretación de textos científicos, además de potenciar la capacidad de expresarse de forma rigurosa.

La física utiliza herramientas de la matemática para explicar y organizar fenómenos físicos, lo que permite comprobar, concretar, dar exactitud y cuantificar, para así optimizar la interpretación del mundo físico. La matemática se integra en este corpus de conocimiento a través de las magnitudes, la numeración, el uso de fórmulas, gráficos, funciones... por lo que el aprendizaje de física incide directamente en el desarrollo de la competencia matemática. Teniendo en cuenta que el aprendizaje se produce por adaptación al medio, a una situación concreta, y los conocimientos se adquieren por progresos relativamente discontinuos que suponen rupturas cognitivas, cambios de modelos implícitos y de concepciones (Brousseau, 1983).

Contextualizar el conocimiento científico, generando situaciones problema, para que los alumnos activen sus conocimientos y habilidades. Las situaciones reales permiten la experimentación, la observación, la recogida de datos, el empleo de instrumentos y la consecución de pasos del método científico. Contextualizar la ciencia es utilizar sus aplicaciones, sus implicaciones sociales y éticas, y los fenómenos de la vida cotidiana, como medio para desarrollar los conceptos e ideas de la ciencia y justificar su importancia (Lope, 2014). Este enfoque permite el desarrollo, tanto de la capacidad de relación de hechos y datos, como la de inferir conclusiones. Para conseguir la contextualización de la propuesta didáctica y generar situaciones motivantes para el alumnado, la clave es partir de situaciones reales que unifique la adquisición de conceptos y procesos de descubrimiento e indagación (Verdú, Martínez y Osuna, 2002).

En síntesis, podemos distinguir las siguientes facetas básicas:

- El componente práctico de la física que requiere de situaciones-problema con un método propio de resolución.
- Un componente discursivo-relacional, dado que la disciplina se configura en un sistema de reglas e interacciones.
- El aspecto competencial, ya que la física requiere de la competencia lingüística y matemática para su desarrollo.

La dificultad de las ciencias experimentales, y especialmente la física, debe llevarnos a aceptar la complejidad del desarrollo de la competencia en profundidad. En especial, si el enfoque didáctico es abstracto. En este sentido, la adquisición de la competencia debe tener un carácter continuo, práctico y gradual. Sería necesario plantear procesos de aprendizaje en construcción progresiva: experienciales, teórico-prácticos e interdisciplinares.

La enseñanza de las ciencias se centra en seleccionar los modelos científicos escolares más apropiados y en proporcionar ideas sobre el funcionamiento de la ciencia (Pedrinaci, Caamaño, Cañal y de Pro, 2011). Uno de los principales problemas de la enseñanza convencional de la física radica en la forma de presentar los conceptos al alumnado. Lo más frecuente es que se expongan los contenidos de forma unidireccional por parte del docente. En este modelo, el agente activo es el profesor y los estudiantes interactúan como agentes pasivos del conocimiento. De este modo, el alumno no puede participar de forma creativa, crítica o activa en la construcción del conocimiento. El profesorado tiene en su mano buena parte de las decisiones a la hora de diseñar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Si propone un enfoque basado en las competencias, las

cuales subrayan la puesta en práctica de los saberes, proporcionará oportunidades para mejorar las clases de ciencias (Jiménez, 2009).

Los conocimientos que se exponen desde los nuevos enfoques metodológicos permiten hacer frente al reto de que la enseñanza sea competencial. El *Problem Based Learning* (PBL), *gamification*, proyectos inteligentes, *Personal Learning Environment* (PLE), *peer instruction*, etc. son métodos que generan entornos de aprendizaje en los que la atención se centra en los saberes subyacentes del alumno; los cuales, se deben activar a la hora de afrontar tareas que entrañen un reto cognitivo. Sí a esta nueva metodología añadimos la tecnología móvil, supondrá un potencial apoyo para el logro de la comprensión de la materia y el consecuente desarrollo de competencias, como se verá a continuación.

2.1.2 - Enfoque didáctico de las ciencias experimentales

La didáctica nos orienta para generar las mejores condiciones para el aprendizaje y la enseñanza. En este sentido la física tiene unas características propias que requieren de estrategias concretas y adaptadas a la esencia de la disciplina. La física tiene un carácter eminentemente experimental, por lo que los modelos didácticos basados en la transmisión, mecanización y memoria para su aprendizaje distan mucho del modelo del conocimiento propio de la materia. Por lo tanto, es necesario decantarse por modelos constructivistas, prácticos y experimentales para superar el método tradicional de enseñanza de las Ciencias (Gómez, García y Castro, 2005).

El modelo de enseñanza-aprendizaje basado en un paradigma constructivista, tiene como punto de partida las ideas previas del alumnado, enfoque cuyo antecedente definió Ausubel (1983); partir de la teoría del aprendizaje significativo, enfatizando la relevancia de los conocimientos previos. Las ideas previas son un conjunto de ideas que se caracterizan por existir sin que se haya sistematizado un proceso de enseñanza, se trata de construcciones personales perdurables, interiorizadas y significativas (Driver, Guesne y Tiberghien, 1999). Por lo tanto, en el proceso de enseñanza, el punto de partida será confrontar los modelos personales de comprensión de la ciencia de los alumnos con los modelos y convenciones científicamente establecidos.

La enseñanza de la física tiene como pretensión confrontar los conocimientos preconcebidos y la lógica del pensamiento del alumno, ayudándole a comprender e interiorizar el corpus de conocimiento científico, sus procedimientos y la construcción de ideas científicas contrastadas y comprobadas sistemáticamente. Para Golombek (2008) existe también otro aspecto fundamental de la enseñanza de las ciencias, no estrictamente de los productos de la investigación, sino del pensamiento científico en sí mismo. Esa aventura que rompe con el principio de autoridad, implica que el alumnado debe aceptar el conocimiento científico como una construcción validada y contrastada y no fruto de la interpretación espontánea.

En la línea de lo expuesto anteriormente, es fundamental que los alumnos lleguen a conclusiones y comprendan. Expone Martín (2002) que la ciencia interpreta la realidad, no que representa la realidad, ya que normalmente se transmite a los alumnos la idea de que la ciencia nos da una imagen especular de la realidad y, por tanto, todo lo que dice la ciencia es absolutamente verdad. Es

necesario dejar claro a los alumnos cuál es el papel que juegan las teorías y modelos científicos en el desarrollo de la ciencia.

Otro elemento a tener en cuenta en el proceso de enseñanza de la física, es que los alumnos entiendan que el conocimiento en materia científica es inacabado, y que está en constante producción y reformulación. La ciencia no es un cuerpo acabado de conocimientos, es un proceso de construcción de conocimientos e interpretaciones (Martín, Gómez y Gutiérrez, 2000).

La enseñanza de la física, por tanto, se debe plantear dentro de un marco de acción, reflexión, cuestionamiento y experimentación. Para Golombek (2008) la única forma de aprender ciencias es haciendo ciencias. En consecuencia, para aprender y comprender la física hay que diseñar experiencias que conlleven un trabajo intelectual y práctico. Para Belmonte y Garbayo (2004), la comprensión de las ciencias nos ayudan a la conceptualización del mundo real. Por tanto, es imprescindible experimentar, sentir y vivir experiencias reales para poder entender el mundo que nos rodea desde una perspectiva científica.

Diversos autores enfatizan en la necesidad de un marco de construcción de conocimiento que supere el modelo del método científico, como receta válida y sencilla de hacer ciencia, hacia modelos más amplios, críticos y creativos. Golombek (2008) afirma que el método científico, tal y como se enfoca escolarmente, hace de la ciencia una caricatura en la que se presenta la ciencia de forma simplista, vertebrada por una receta.

Un modelo válido para acercarse a la construcción del conocimiento científico es el aprendizaje por indagación. El alumno parte de grandes cuestiones y preguntas, y el aula se convierte en el escenario en el que cuestionar, explorar,

proponer e investigar. Como defienden Furman y Zysman (2001), pensar científicamente requiere la capacidad de explorar y hacerle preguntas al mundo natural de manera sistemática, pero al mismo tiempo, creativa y lúdica. Implica poder imaginar explicaciones de cómo funcionan las cosas y buscar formas de ponerlas a prueba.

Para desarrollar un nivel de competencia científica hay que construir entornos de aprendizaje que desarrollen la competencia científica del alumnado. En este sentido, Gil (1993) sugiere desarrollar pequeñas investigaciones en las que replica los trabajos previos en un área determinada y aborda problemas en los que sus supervisores son expertos. De este planteamiento se desprende la conveniencia, y aún la necesidad, de plantear el aprendizaje de las ciencias como una investigación dirigida de situaciones problemáticas de interés.

Otra estrategia que es de gran relevancia, es implementar la metodología de aprendizaje basado en problemas o retos. Esta metodología permite que el alumno se enfrente a una gran pregunta y tenga que activar todos sus conocimientos y estrategias, además de desarrollar nuevas para afrontar el reto. “Esta propuesta consiste en organizar unidades didácticas articuladas, esencialmente como colecciones de problemas. Cuando este enfoque se complementa con una organización cooperativa del trabajo en el aula, los problemas pueden hacerse más complejos y pueden prolongarse durante más tiempo” (Garritz, 2007, p. 68). De esta manera los estudiantes se convierten en agentes activos de su propio aprendizaje.

Hacer ciencia conlleva abrir la mirada y sistematizar los procesos. Para la enseñanza de la física, aplicaremos métodos inductivos-deductivos, a través de los cuales los propios alumnos serán los protagonistas del aprendizaje, de manera

que, partiendo de la observación, el análisis y la abstracción, lleguen a la generalización (inducción) y puedan fijar y aplicar lo generalizado (deducción) (Gómez, García y Castro, 2005).

Por otro lado, es necesario resaltar el modelo de aprendizaje basado en habilidades metacognitivas. La metacognición es la capacidad de pensar sobre nuestro propio pensamiento, se trata de un ingrediente esencial del aprendizaje y del pensamiento eficaz. Esta estrategia se ha aplicado en el ámbito de la didáctica de las ciencias como un elemento clave del aprendizaje (Swartz, Costa, Beyer, Reagan y Kallick, , 2013).

Este enfoque es defendido por Campanario, Cuerva, Moya y Otero (1998) ya que formulan la relevancia de un enfoque de enseñanza metacognitivo, puesto que la reflexión sobre el propio conocimiento y el control de los procesos cognitivos por parte del alumno son una componente del cambio conceptual, ya que el alumno debe tomar conciencia de la insatisfacción de sus concepciones previas, así como de la inteligibilidad, plausibilidad y provecho de las nuevas concepciones. Los diarios y portafolios son herramientas esenciales para fomentar un aprendizaje reflexivo “en” y “sobre” la acción (Rodríguez et al., 2002).

Campanario, Cuerva, Moya y Otero (1998) elaboran y proponen diversas estrategias orientadas al desarrollo de la de la metacognición por parte de los alumnos. Entre las estrategias, se proponen la capacidad de observación, clasificación, comparación, medición, descripción, organización coherente de la información, predicción, formulación de inferencias e hipótesis, interpretación de datos, elaboración de modelos y obtención de conclusiones, elaboración de mapas conceptuales entre otras.

Golombek (2008) recoge las principales estrategias establecidas por Campanario de las habilidades metacognitivas que se espera que desarrollen los estudiantes de ciencias: resolver problemas con soluciones contraintuitivas; hacer predicciones al respecto de un experimento o experiencia futura; realizar modelos o prototipos materiales; llevar un diario científico en el que recojan el proceso; elaborar un diario de campo. Cuestionarse el conocimiento adquirido; Estar en un estado de constante de cuestionamiento.

Por último, es fundamental insistir en la necesidad de desarrollar en los alumnos el pensamiento crítico en torno al conocimiento científico. Tras un proceso de construcción de conocimiento, de acercamiento a la metodología de la ciencia y al desarrollo de la metacognición hay que hacer que los alumnos se cuestionen el conocimiento científico como refutable. En esta línea, es necesario poner en entredicho los mitos de la neutralidad y la objetividad de la ciencia, ampliamente aceptados; pero sin olvidar la importancia que tienen el rigor y la especificidad en el desarrollo de los conocimientos científicos, que dotan a la ciencia de valores (Martín, 2002).

2.2 - Entornos de aprendizaje constructivista

2.2.1 - Enfoque teórico: el paradigma constructivista

El constructivismo es una corriente epistemológica centrada en discernir cómo se forma el conocimiento humano, postulando que el conocimiento se constituye activamente de forma consciente y reflexiva (Delval, 1997).

El constructivismo postula la existencia y prevalencia de procesos activos en la construcción del conocimiento: habla de un sujeto cognitivo aportante, que claramente rebasa a través de su labor constructiva lo que le ofrece su entorno. De esta manera, se explica la génesis del comportamiento y el aprendizaje, lo cual puede hacerse poniendo énfasis en los mecanismos de influencia sociocultural (v. gr. Vigotsky), socioafectiva (v. gr. Wallon) o fundamentalmente intelectuales y endógenos (v. gr. Piaget), ya que esta postura se nutre de la influencia de múltiples y diversas corrientes de la psicología (fundamentalmente cognitiva) (Díaz y Hernández, 2002).

El constructivismo se entiende como un marco general de desarrollo y aprendizaje, que se desprende de las teorías cognitivistas que se centran en el estudio de las representaciones mentales y cómo estas se construyen y guían los actos del sujeto (Ferreiro, 1996).

Establecer el constructivismo como un paradigma, aporta esquemas formales en que se organizan leyes, supuestos teóricos, técnicas que adopta una comunidad de expertos o científicos (Kuhn, 1962). El paradigma incide en el trabajo de la comunidad científica y establece un marco explicativo de referencia y actuación, incluyendo leyes, teorías, instrumentos... En el ámbito educativo, el paradigma, marca un modelo educativo que abarca la teoría y la práctica, aportando un macromodelo de educación (Vargas Aguilar, 2010)

La teoría constructivista considera que el aprendizaje no se produce por la acumulación de conocimientos, sino que hay una construcción de aprendizajes al activarse procesos psicológicos y modificarse las estructuras conceptuales anteriores. Según Coll (1996) el aprendizaje se produce gracias a la influencia de mecanismos educativos que lo promueven, y se produce siempre que el alumno

participe de forma activa en actividades, que previamente planificadas, consigan la activación mental del alumno.

El constructivismo recalca la necesidad de que el aprendizaje sea significativo, esto se da cuando los contenidos son relacionados sustancialmente, y desde la comprensión, con lo que el alumno ya sabe. Por relación sustancial y no arbitraria, se debe entender que las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición (Ausubel, Novak, y Hanesian, 1983)

Ausubel, Novak y Hanesian (1983) sostienen que el docente debe fomentar en el alumno el desarrollo de formas activas de aprendizaje por recepción, promoviendo una comprensión precisa e integrada de los nuevos conocimientos. Para ello proponen:

- a) la presentación de las ideas básicas unificadoras de una disciplina, antes de la presentación de los conceptos más periféricos.
- b) la observación y cumplimiento de las limitaciones generales sobre el desarrollo cognitivo de los sujetos.
- c) la utilización de definiciones claras y precisas, y la explicación de las similitudes y diferencias entre conceptos relacionados.
- d) la exigencia de los alumnos, como criterio de comprensión adecuada, de la reformulación de los nuevos conocimientos en sus propias palabras.

La teoría de Piaget afirma que el desarrollo y formación se debe a un proceso de equilibración con aproximaciones constantes. El equilibrio es móvil y se basa en la constante superación, por lo tanto, se trata de un recorrido y no de un estado. El organismo busca constantemente el equilibrio cognitivo, por ello, cuando se produce una contradicción entre los esquemas internos y externos se produce un conflicto cognitivo, y en el proceso natural de compensar ese desequilibrio se produce el aprendizaje. Por lo tanto, es necesario que el docente diseñe entornos de aprendizaje que generen el desequilibrio en el alumnado, El profesor media entre las ideas previas de donde arranca el estudiante hasta la concepción que aporta la ciencia hoy (Monterola,1992).

El conflicto cognitivo se trata de un desequilibrio, que en el entorno escolar se da por una situación de aprendizaje generada por el docente, entre lo que el alumno sabe y se requiere que adquiera. Este desequilibrio si se supera, produce una estructura cognitiva nueva en el alumno, y en el proceso de reelaborar el pensamiento se da una reconceptualización de los conocimientos. El ser humano tiende a la homeostasis, por lo que ante una situación desequilibrante, empleará todas las estrategias posibles para llegar al equilibrio. Esto ocurre en el conflicto cognitivo, ya que el profesor plantea la pregunta, pero no da las soluciones o respuestas, sino que es el alumno el que debe activar estrategias para llegar a la situación de coherencia en sus conocimientos.

En un modelo constructivista, en el centro del aprendizaje está el alumno. Éste es el protagonista y el responsable de la construcción del conocimiento. Por este motivo, se producirá el conflicto cognitivo si la información trasladada al alumno responde a los intereses y curiosidades de este y, por consiguiente, le genera el nivel justo de desequilibrio en su esquema cognitivo (Good y Brophy, 1986).

Es importante tener en cuenta, también, la zona de desarrollo potencial o próximo, Vigotsky (1988) la define como:

la distancia en el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz (p. 133)

Este concepto implica la necesidad de generar entornos de aprendizaje que se promuevan dentro de las zonas potenciales de los alumnos, además de favorecer la mediación en el aprendizaje de otras personas o adultos.

El alumno es el principal responsable de su proceso de aprendizaje, y el responsable de la autorregulación de su conducta, siendo capaz de desarrollar sus propias experiencias. Con este enfoque surge el aprendizaje por descubrimiento, que es intrínseco a la naturaleza humana, y en él intervienen aspectos cognitivos, afectivos, sociales, emocionales... El descubrimiento implica la reconstrucción de un significado novedoso para el sistema cognitivo. Por lo tanto, dotar de autonomía al alumnado para que consiga, a partir de sus conocimientos previos, llevar a cabo procesos de descubrimiento garantizaría la construcción de significados nuevos en sus esquemas de conocimiento.

Como afirma Barrón (1993) el punto de partida del aprendizaje por descubrimiento se centra en situaciones problemáticas. Cuando se da una actividad cognoscitiva en la que las expectativas del sujeto no se ven cubiertas, se da una situación problemática que desencadena la necesidad de descubrir, lo que obliga al sujeto a indagar, reflexionar, detectar, reformular ideas. Por lo tanto, si el docente es capaz de generar el punto de partida del aprendizaje, en una situación problema abierta y que requiera el descubrimiento, generará una

situación de desequilibrio, lo que propiciará la activación de procesos cognitivos que lleven a la resolución del mismo y por ende al aprendizaje.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje el profesor tiene un papel fundamental, ya que su función no se trata de transmitir los conocimientos, sino generar un entorno de aprendizaje significativo. El maestro tiene dos funciones: generar las preguntas y los estímulos que conduzcan al desequilibrio, y debe guiar el proceso que llevan los alumnos a superar el conflicto. "El profesor debe emplear un generoso esfuerzo mental y una considerable dosis de creatividad para descubrir y plantear adecuadamente buenos conflictos cognitivos. Además, debe estar permanentemente atento a los procesos mentales que llevan a los estudiante a hacer preguntas y buscar respuestas, tratando de orientar con sus sugerencias los procedimientos que les permitirán ir superando obstáculos, pero sin darles la respuesta final" (Sánchez Delgado, P. 2005:128)

En las últimas décadas, la investigación ha desarrollado modelos didácticos basados en este paradigma. Son múltiples las experiencias exitosas de aprendizaje centrándose en el proceso de cada alumno, la experiencia y la construcción del conocimiento. Algunos de estos modelos son el aprendizaje para la comprensión, el aprendizaje basado en problemas, los PLE, el aprendizaje cooperativo... que se describen a continuación.

2.3 - Metodología basada en la resolución de problemas

2.3.1 - Modelos de enseñanza-aprendizaje basados en problemas

En el marco de la investigación y la aplicación de experiencias pedagógicas, están tomando relevancia modelos activos con alto nivel pragmático. El planteamiento del aprendizaje se basa en la experiencia y no en la transmisión de contenidos.

Domínguez, Carod y Velilla (2008) destacan las siguientes técnicas basadas en el aprendizaje constructivista: “el Aprendizaje Basado en Problemas (PBL) (Schmidt, 1995), el Aprendizaje Orientado a Proyectos (POL) (Kjersdam, 1994), y el Aprendizaje Basado en Casos (CBL) (Christensen, 1981)” (p. 2).

Aprendizaje “Basado en Problemas” (PBL modelo Maastrich): esta metodología surge en 1950 y fue aplicada en los primeros años de enseñanza en Case Western Reserve University School of Medicine. La metodología se basa en la agrupación de estudiantes (un máximo de siete) para la resolución de casos designados por el tutor. Se presenta un problema real, los alumnos debaten, identifican los aspectos fundamentales, establecen hipótesis. Cada alumno, individualmente, debe investigar fuentes e integrar información que deberá presentar a los compañeros. Se presenta la información al equipo y se debate y se valora nuevamente. Se procede cíclicamente siguiendo este proceso hasta resolver el problema generando definiciones o conceptos generales (Tarazona, 2005).

Aprendizaje Basado en Casos (CBL): esta propuesta metodológica tiene su origen en la Facultad de derecho de Harvard a principios del siglo XX. El alumnado trabaja sobre un caso real creando una defensa o buscando una solución real (Coll, Monereo 2008). El propósito es que los alumnos se impliquen en el análisis del caso y en generar soluciones, propiciando la experimentación de la incertidumbre, las contradicciones y la complejidad de un caso real.

Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL modelo Aalborg): El modelo se implementa en la universidad de Aalborg en 1974 y es denominado con las siglas PBL. En este modelo se da la posibilidad al alumno de trabajar con el equipo para lograr conocimientos y habilidades de alto nivel académico. El modelo comienza con la formulación de un problema, a menudo creciente, o proponiendo una pregunta. Este problema formulado se erige como el punto de partida para el aprendizaje. Los estudiantes trabajan en equipo para definir y analizar el problema dentro de marco interdisciplinar (Kolmos, Holgaard y Jensen, 2010).

Kolmos (2002) distingue dos modelos de diseño basado en proyectos:

- El proyecto por disciplinas, en el que el tutor configura las disciplinas y los métodos, los alumnos escogen y solucionan un problema dentro del marco indicado.
- El proyecto por problemáticas en el que el tutor diseña el problema y los alumnos deciden los medios e instrumentos para resolverlos.

El marco metodológico de la propuesta de esta investigación se enmarca en el modelo de PBL Aalborg, en el que el docente diseña un problema y los alumnos, trabajando en equipos, deben resolverlo en el marco de un proyecto.

Brown, Collins y Duguid (1989) sugieren que las situaciones realmente coproducen el conocimiento (junto con la cognición) a través de la actividad. Cada acción se ve como una interpretación de la situación actual, basada en la historia completa de las interacciones previas (Clancey, 1987). Así como los significados de ciertas palabras cambian constantemente de matiz en la comprensión que de ellas tiene el estudiante, igualmente los conceptos cambian, evolucionan continuamente con cada nueva utilización que se hace de ellos. Por esta razón, es fundamental que el aprendizaje tenga lugar en ambientes reales, y que las actividades de aprendizaje seleccionadas estén vinculadas con las experiencias vividas por los estudiantes: aprendizaje basado en la formulación de una problemática, que los procesos de aprendizaje sean dirigidos por los participantes, estén basados en la experiencia y en la actividad, sean interdisciplinarios, relacionen la teoría y práctica, y se realicen en grupo.

2.3.2 - Aprendizaje basado en problemas y proyectos

El Aprendizaje Basado en Proyectos es un modelo de aprendizaje en el que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula de clase (Blank, 1997). Los proyectos son una estrategia didáctica, orientados a la consecución de objetivos, al poner en práctica durante su desarrollo diversas acciones, interacciones y recursos. El proyecto se concibe como la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema o una tarea relacionada con el mundo real (Martí, Heydrich, Rojas y Hernández, 2010).

El conocimiento científico se ha construido a lo largo de la historia partiendo de situaciones problemáticas o necesidades significativas para la humanidad. La capacidad de cuestionarse, la curiosidad y la búsqueda de respuestas son características intrínsecas del ser humano. La construcción del corpus teórico-práctico de las ciencias, apoyándose en el método científico, se ha generado en una lógica similar a la que plantea la metodología de PBL. En este modelo se presenta a los alumnos un problema de la vida para llegar a soluciones posibles.

El profesor o equipo docente diseña un problema para llegar a unas metas de comprensión o aprendizaje, y es el alumnado, en cooperación, el que traza el camino y las estrategias para llegar a la solución. Es el proceso el que genera el aprendizaje, el PBL es un sistema didáctico que requiere que los estudiantes se involucren de forma activa en su propio aprendizaje, hasta el punto de dirigir un escenario de formación autodirigido (Escribano y Del Valle 2008).

Según Polya (1981) resolver un problema implica encontrar un camino donde no hay camino alguno, encontrar la forma de solventar una dificultad, de sortear un obstáculo, conseguir el fin deseado. Esto no se logra de manera inmediata. Al plantear un reto, el alumno debe activar procesos que le lleven a la resolución del mismo, para ello, debe planificar, plantear hipótesis, tomar decisiones, recurrir a fuentes, desplegando multitud de competencias y conocimientos que se aplicarán en el proyecto y se irán reelaborando en el proceso.

La construcción del aprendizaje es un factor determinante de esta metodología, como afirma Del Pozo (2011):

El problema en el PBL actúa con un detonador que inicia un proceso, donde ellos (los alumnos) son interactivos como lo son en el juego. En el método se respeta la autonomía del estudiante, su manera de trabajar. El alumno, por la dinámica del método, aprende sobre los contenidos y la propia experiencia de trabajo (p. 119)

El paradigma constructivista se materializa en estrategias, como es el PBL, ya que según Piaget, como seres vivos tendemos a construirnos como totalidades coherentes por medio de la organización interna, y a mantener un equilibrio mediante la asimilación, y a introducir cambios en nuestro medio interno, para que tenga cabida lo nuevo por medio de la acomodación. Esto significa que no nos limitamos a acumular nuevos conocimientos sobre los anteriores, sino que los integramos activamente, es decir, construimos conocimiento (Sánchez, 2005).

Miró y Horch (2012) describen, basándose en Adria Steingberg, las características de un proyecto. Seleccionan seis elementos fundamentales para asegurar la riqueza educativa del proyecto:

- Autenticidad: proyectos conectados con la realidad y con los centros de interés del alumnado.
- Rigor Académico: estar vinculado con las competencias y contenidos del currículum.
- Aprendizaje aplicado: para el desarrollo del proyecto se requiere que el alumnado se implique, poniendo en marcha conocimientos, habilidades, actitudes y aptitudes.

-
- Exploración activa: Los proyectos deben diseñarse para que superen el contexto escolar y conecten con otros ámbitos.
 - Implicación de adultos: en el desarrollo se debe incluir el contacto con referentes personales de la comunidad.
 - Prácticas de evaluación continuada: se deben dar criterios claros y oportunidades y herramientas para reflexionar sobre los procesos y resultados de aprendizaje.

El enfoque de trabajo por proyectos requiere del profesorado un alto nivel de programación y diseño, ya que el proyecto debe cumplir requisitos complejos para favorecer la autonomía del alumnado, el mantenimiento de la motivación y el cumplimiento de las metas de comprensión. Además, los proyectos deben cumplir diversas fases para facilitar su estructura y el cumplimiento de los objetivos.

Tippelt y Lindemann (2001) describen las fases que cumplen los proyectos. Dependiendo del diseño docente pueden sucederse en diferente orden:

- Decisión: conlleva que los miembros del equipo consensúen las estrategias y procedimientos que van a caracterizar el enfoque del proyecto. En esta fase los alumnos valoran riesgos, beneficios o posibles contingencias. El profesor apoya y orienta el proceso de toma de decisión, apoyando o señalando los aspectos claves.
- Realización: conlleva la indagación, experimentación y realización de tareas concretas que permitan el desarrollo del proyecto. El docente

está presente para ofrecer asesoramiento y orientaciones, además de mantener la motivación.

- Control: se lleva a cabo la supervisión de las tareas, los progresos y los resultados parciales. Se detectan errores y se analizan los factores de éxito. El profesor está como apoyo y asesoramiento, además de mediar en caso de disenso entre los miembros del equipo.
- Valoración final: se analizan los resultados conseguidos, reflexionando sobre los factores que han determinado el rendimiento. El profesor da feedback de los productos y procesos, así como propuestas de mejora para decisiones futuras.

Este modelo, por lo tanto, cubre un amplio espectro de principios pedagógicos, claves para el proceso de enseñanza-aprendizaje:

- Parte de los conceptos previos del alumno: al plantearse el proyecto, el alumnado debe hacer un proceso de reflexión sobre lo que sabe y lo que debe saber para afrontar los requerimientos del proyecto, por lo que el aprendizaje parte del nivel del alumno. Este principio es fundamental, ya que la esencia del proceso de aprendizaje significativo reside en que las ideas expresadas simbólicamente son relacionadas con lo que el alumno ya sabe (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978).
- Promueve el aprendizaje dentro de la zona de desarrollo próximo: Vygotsky.
- El profesor adquiere un rol de intermediación del aprendizaje: Feuerstein

-
- Fomenta la autonomía (Montessori)
 - Genera el aprendizaje por descubrimiento.
 - El alumno es un agente activo de su aprendizaje en cooperación con los demás.

2.3.3 - Beneficios del aprendizaje basado en problemas

Tal y como describe Galeana (2006) El Aprendizaje por Proyectos requiere de la implicación y el esfuerzo de todos los agentes implicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El docente diseña el escenario de aprendizaje y marca el desarrollo del proceso. Los alumnos se hacen responsables de su aprendizaje y se comprometen con sus compañeros para alcanzar las metas dadas. Diversos autores recalcan los beneficios de este modelo, ya que desarrolla la autonomía, las habilidades de trabajo en equipo, la toma de decisiones, la capacidad investigadora del alumno...

El aprendizaje basado en problemas implica un cambio de paradigma, se pasa de un modelo de adquisición de conocimientos memorísticos a un model de desarrollo competencial integral (Aranda et al., 2006).

Hernando (2013) afirma que los proyectos permiten la personalización del aprendizaje, ya que los proyectos suelen presentar una perspectiva global de las materias y presentan un alto grado de versatilidad, que permiten la personalización a medida del alumno o grupo de alumnos.

Los estudiantes deben decidir cómo afrontar los proyectos y qué actividades llevar a cabo. Deben juntar información de diversas fuentes, analizándola y resumiéndola, para generar nuevo conocimiento a partir de la misma. Este tipo de aprendizaje puede tener un gran valor al fomentar el desarrollo de habilidades genéricas, como la coordinación, trabajo en equipo, búsqueda de información, planificación y organización, etc.

2.4 - Entornos personales de aprendizaje

Un Entorno Personal de Aprendizaje (PLE, Personal Learning Enviroment) es el diseño de un marco individualizado y adaptado por y para el alumno, que incluye herramientas muy diversas para organizar los objetivos, tiempos y medios para aprender. La primera referencia documentada que hace referencia a los PLE, data de la conferencia *The Personal Learning Environments Session*.

Desde que se acuña el término de PLE en 2004, existen diversas corrientes de interpretación del concepto, tal y como recogen Adell y Castañeda (2010): Por un lado, autores como Casquero, Portillo, Ovelar, Romo y Benito (2008) consideran el PLE como el conjunto de herramientas software integradas en una plataforma orientada al estudiante. Desde otra perspectiva, con un enfoque principalmente pedagógico, se encuentran autores como Atwell (2007), propone el PLE como como un modelo de aprendizaje personal que se vale de la naturaleza y dinámica de funcionamiento e interacción de Internet y la tecnología.

Cada persona posee unas capacidades, intereses, motivaciones y herramientas de organización y aprendizaje. La individualización de los procesos de enseñanza y aprendizaje, optimiza el desarrollo de conocimientos, habilidades y competencias. Tal y como afirman Adell y Castañeda (2013), a lo largo de la

historia, las personas han poseído sus propios entornos personales de aprendizaje, que se construían adaptándose a los diversos recursos disponibles: la tribu, el maestro, los libros... en la actualidad los medios disponibles facilitan una mayor adaptación personal de las fuentes y los procesos.

Los nuevos contextos y tendencias educativas se están orientando a la individualización y la personalización del aprendizaje. La universalización de la tecnología móvil y del acceso a internet ha propiciado la flexibilidad para el acceso y la elaboración de conocimiento, además de la creación de redes y nodos de interacción e intercambio cada día más complejas. En este entorno, está tomando fuerza el concepto de PLE, el que podemos describir como un concepto tecno-pedagógico que unifica las implicaciones de la tecnología en los modelos de aprendizaje, teniendo en cuenta las dinámicas que definen los nuevos escenarios tecnológicos como se describe en el texto de Adell y Castañeda (2010).

Muchos autores a lo largo de la historia de la pedagogía, han desarrollado teorías que hacen referencia a un modelo de aprendizaje individualizado, flexible, abierto... Los nuevos recursos de interacción y acceso a la información facilitan el aprendizaje autónomo basándose en decisiones propias, en torno a los aspectos principales del aprendizaje: qué, cuándo, cómo, de quién, con quién aprender.

El modelo de aprendizaje que se ha generado, gracias a la conexión permanente a Internet, se basa en la creación de “redes personales de aprendizaje” (Tobin, 1998), por lo tanto, en la conectividad. Este modelo se produce cuando se intercambia conocimiento e información con otras personas (base histórica del aprendizaje), que se ha convertido actualmente en mecanismos de compleja estructura de interacción, conexión, intercambio y

correlación con la incorporación de la tecnología (Álvarez, Sánchez, y Fernández, 2013).

Este nuevo contexto de construcción de conocimiento da la posibilidad de integrar las experiencias tradicionales de aprendizaje, y el diseño de escenarios de aprendizaje en el que el alumno configura las herramientas y organiza los tiempos y pasos para aprender. Según Adell y Castañeda (2010) el PLE se configura por los procesos, experiencias y estrategias que el aprendizaje activa para aprender.

“Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) aplicadas a los procesos educativos, han provocado transformaciones que afectan tanto al modo en que se aprende como a las competencias de comunicación” (Ruiz y Sánchez, 2015, p. 95). El PLE se apoya en un conjunto de servicios y aplicaciones pertenecientes al ámbito del aprendizaje formal e informal que se utilizan para buscar, publicar, intercambiar o compartir información (Salinas, 2008).

La autonomía que adquieren los alumnos, la responsabilidad sobre el propio aprendizaje, inciden en los roles que profesor y alumno desempeñan en el proceso de aprendizaje. Las implicaciones sobre el papel del alumno son más serias, profundas y complejas de lo que a veces se considera (Martínez, 2007). El alumno es capaz de construir los pasos hacia el aprendizaje, y el docente debe renunciar al modelo unidireccional de transmisión de conocimiento, al existir múltiples y diversas fuentes, para convertirse en un diseñador y guía de procesos de aprendizaje. Esto implica llevar a cabo transformaciones profundas en el paradigma de enseñanza, ya que se dan modificaciones de la organización del curriculum, los roles, los tiempos y espacios, la metodología y el modelo de evaluación. Los PLE potencian la autonomía del alumnado y favorecen la

personalización del aprendizaje; tal y como proponen Ruiz, Sánchez y Gómez (2013): “Los PLE facilitan al alumnado el control de los procesos de enseñanza totalmente en función de sus necesidades de aprendizaje” (p. 178).

2.5 - Aprendizaje cooperativo

2.5.1 - Justificación teórica

El ser humano es un animal social, que desarrolla sus actividades en grupo y de este depende su supervivencia. Desde el nacimiento el ser humano, se incorpora a un entorno social y se desarrolla en relación con este. Bronfenbrenner y Ceci (1994) a través de diversas investigaciones, elaboran un enfoque del desarrollo humano a través de la teoría bioecológica, ya que entienden que el desarrollo es un fenómeno de continuidad y cambio de las características bio-psicológicas de los seres humanos, tanto de los grupos como de los individuos.

El aprendizaje se produce en interacción con los otros. Vigotsky (1975) inicia la teoría sociocultural, estudiando la implicación de la sociedad y la cultura en el aprendizaje. El autor afirma que el desarrollo de las funciones psicológicas se realiza a través del contexto de relaciones socioculturalmente organizadas. Los niños crecen en el seno de estos artefactos e instituciones sociales, históricamente constituidas, de modo que la ontogenia mental humana acontece en el entorno de artefactos, símbolos y prácticas sociales continuamente renovados, que representan la sabiduría colectiva del grupo social, y que le permite incorporar los conocimientos acumulados y las habilidades sociales del grupo (Vygotski, 1988).

Román y Díez (1999) determinan que una de las metáforas fundamentales del paradigma sociocultural son las interrelaciones persona-grupo y persona-grupo-medio ambiente. La persona aprende del intercambio constante entre diferentes agentes de su contexto.

Bandura (1987) desarrolla en su enfoque del aprendizaje vicario, cómo la conducta se desarrolla por medio de la observación a través del modelado. El aprendizaje vicario, aprendizaje social, o también denominado modelamiento son, en definitiva, términos que se refieren a los cambios conductuales, cognoscitivos y afectivos producidos en un sujeto, derivados de observar a uno o más modelos (Schunk, 1997).

En la actualidad, la neurociencia está ampliando significativamente el conocimiento sobre el cerebro y los fenómenos que se producen en el aprendizaje. El aprendizaje en relación con los demás es un aspecto fundamental del desarrollo, en el que el aprendizaje vicario adquiere relevancia. La imitación acelera y multiplica las oportunidades de aprendizaje. El mecanismo más potente de aprendizaje es la observación directa de procesos realizados por personas con las que estamos vinculados emocionalmente (Ibarrola, 2013).

En el año 1995 el equipo del Doctor G. Rizzolatti descubrió las neuronas espejo, las cuales tienen una función fundamental en el aprendizaje:

Las neuronas espejo son un tipo particular de neuronas que se activan cuando un individuo realiza una acción, pero también cuando él observa una acción similar realizada por otro individuo. Las neuronas espejo forman parte de un sistema de redes neuronales que posibilita la percepción-ejecución-intención. La simple observación de movimientos de la mano, pie o boca activa las mismas regiones específicas de la corteza motora, como si el observador estuviera

realizando esos mismos movimientos. Pero el proceso va más allá de que el movimiento, al ser observado, genere un movimiento similar latente en el observador. El sistema integra en sus circuitos neuronales la atribución/percepción de las intenciones de los otros, la teoría de la mente (Rizzolatti, 2005).

La implicación de estas neuronas en el aprendizaje con los demás es de gran relevancia, ya que las neuronas espejo permiten entender la mente de nuestros semejantes, no a través de razonamiento conceptual, sino directamente, sintiendo y no pensando (Rizzolatti y Sinigaglia, 2006). Se ha descubierto que estas neuronas se alojan en áreas fundamentales del cerebro encargadas de desarrollo de la gesticulación, los movimientos o el lenguaje.

Las investigaciones con neuroimagen cerebral han constatado que la mera observación de las acciones de los demás activa en el observador las mismas áreas cerebrales, como si fuera él mismo quien ejecutara las acciones. Parece como si la mera percepción pusiera en marcha una imitación interior simulando la acción ajena (García, 2008). Por lo tanto, la potencialidad de aprender en relación y cooperación con otros está corroborada por los paulatinos descubrimientos que se están llevando a cabo en este campo. Si al observar a los demás realizar determinados procedimientos o acciones, el cerebro activa las mismas áreas que la persona que lo ejecuta, la experiencia a nivel neurológico se da, por el hecho de observar, produciéndose aprendizaje inconsciente.

Diferentes teorías, psicológicas, pedagógicas, sociológicas y neurológicas, avalan que el ser humano aprende en relación con los demás. Los procesos neurológicos, emocionales y sociales de los seres humanos se construyen mayoritariamente en relación con los demás y en relación con un marco socio-

cultural que sostiene los conocimientos, prácticas y formas de vida del contexto en el que el individuo se desarrolla.

2.5.2 - Aprendizaje cooperativo en el aula

El aprendizaje cooperativo es un enfoque metodológico de los procesos de enseñanza-aprendizaje, que se basa en la organización de equipos o grupos de trabajo para optimizar el rendimiento y la consecución de los objetivos de aprendizaje. En este modelo prima el rendimiento del grupo y de sus miembros como sistema, frente al modelo competitivo, en el que la relevancia está en el rendimiento individual y los logros personales. En el aprendizaje cooperativo, el desempeño de cada estudiante influye en los demás y en el desempeño del equipo. Tal y como se define en la RAE cooperar es “obrar juntamente con otro u otros para un mismo fin”.

Esta práctica escolar se remonta a los siglos XVIII y XIX, con experiencias cooperativas propulsadas por Joseph Lancaster y Andrew Bell en Inglaterra. Estas ideas fueron asimiladas por Francis Parker y John Dewey, que introdujeron el modelo en sus proyectos pedagógicos. Es en el siglo XX cuando los estudios y experiencias en torno al trabajo cooperativo toman impulso, buscando métodos de aprendizaje más activos, menos competitivos y que generaren una mayor integración entre los estudiantes (Vera, 2009).

El entorno escolar se caracteriza por el sistema de relaciones que en él se dan. Johnson, Johnson y Holubec (1999), sostienen que más del 85 por ciento de la conducta de los miembros de una organización es directamente atribuible a su estructura, y no al carácter de los individuos que la componen. La cultura de centro o aula viene definida por el docente, éste crea los ambientes de

aprendizaje que se orientan a un modelo de construcción de conocimiento para alcanzar unas metas.

La organización y estructuración de las metas determinará los modelos de interacción entre el alumnado, y de este con el profesor. (Johnson y Johnson, 1987). Como describen de Arias, Cárdenas, Estupiñán (2003) Los ambientes que se pueden dar son:

- Aprendizaje individualista: cada estudiante trabaja para conseguir sus propias metas buscando un logro de excelencia preestablecido.
- Aprendizaje cooperativo: se dan unas metas que se pueden alcanzar cuando todos los miembros del equipo las logran, por lo que se hace indispensable trabajar de forma conjunta.

Por lo tanto, el aprendizaje cooperativo, es el empleo de grupos pequeños en la enseñanza, para que los estudiantes trabajen juntos, maximizando así su propio aprendizaje y el de los demás (Johnson y Johnson, 1989). La base de este enfoque radica en que se implementa una estructura organizacional, ya que la agrupación de los alumnos, por sí misma, no genera cooperación per se. El rendimiento de cualquier grupo reducido depende de cómo esté estructurado (Katzenbach y Smith, 1993). Por lo tanto, los entornos de aprendizaje cooperativo requieren que el profesor diseñe minuciosamente y supervise diversos aspectos para pautar el trabajo de los equipos, para que todos los alumnos conquisten las metas propuestas, cumpliéndose unos componentes esenciales.

En sus publicaciones Kagan (1994) definen los principios fundamentales que caracterizan y estructuran el aprendizaje cooperativo para que se pueda dar de forma óptima y eficiente:

- Interacción simultánea: la participación en grupos pequeños propicia la participación de la mayoría de los estudiantes al mismo tiempo.
- Igual participación: actividades y estructuras diseñadas por el docente para que todos los alumnos colaboren y hagan aportaciones en la misma medida.
- Interdependencia positiva: el éxito de cada miembro del grupo repercute positivamente en el equipo y a todos los miembros del mismo.
- Responsabilidad individual: se diseñan tareas que requieran la implicación de cada miembro y el compromiso para el bien del equipo.

Por su lado, Johnson y Johnson (1999) también definen los elementos que determinan que el trabajo en el proceso de aprendizaje de un grupo se está dando cooperativamente. Los autores definen cinco elementos fundamentales:

- Interdependencia positiva: es la relación de reciprocidad entre el individuo y el grupo, el esfuerzo y los logros de ambos sistemas se benefician mutuamente. Cuando se da este principio, ocurre que cada miembro del grupo aporta su esfuerzo para lograr el éxito, y cada persona contribuye de forma singular al grupo.
- Interacción cara a cara: conlleva que los estudiantes estimulen y faciliten los esfuerzos de todos los miembros del grupo para conseguir las metas y resolver las demandas del profesor.

-
- Responsabilidad individual: este elemento supone el compromiso de cada miembro para el desempeño del grupo. Implica que el alumno tome conciencia de que es necesario en el desempeño grupal, asuma funciones y haga aportaciones de forma equitativa a los otros miembros del grupo.
 - Habilidades interpersonales: este modelo de trabajo comporta que el alumnado desarrolle habilidades de trabajo para la gestión, organización y el intercambio. Para el correcto desempeño del grupo deben ponerse en marcha habilidades de conocimiento, comunicación, gestión de conflictos, empatía y confianza.
 - Procesamiento por el grupo: la eficacia del grupo dependerá de las herramientas y procesos que éste lleve a cabo para reflexionar y revisar su funcionamiento y la toma de decisiones. Se trata de recapacitar y reflexionar sobre la propia dinámica de grupo para detectar puntos fuertes y áreas de mejora.

El aprendizaje cooperativo cobra hoy mayor relevancia al encontrarnos en un modelo de interacción, producción y culturalización globalizado y basado en nodos y redes de personas conectadas. Es fundamental una formación que transgreda los límites de lo individual y aproveche la potencialidad de la cooperación. Además, como afirma Fernández Batanero (2010), la sociedad en su evolución se está haciendo más compleja y generando mayor diversidad del alumnado en las aulas. Esto requiere el desarrollo de estrategias metodológicas, que nos permita atender y dar respuesta a las necesidades de todos los alumnos desde una perspectiva inclusiva.

Implementar una metodología basada en el aprendizaje cooperativo, conlleva el diseño por parte del profesor o equipo docente de diversos elementos y fases para garantizar la correcta aplicación y la consecución de las metas de aprendizaje. Johnson y Johnson (2004), señalan en cuatro fases las competencias que son necesarias para que el docente ponga en práctica una actividad de aprendizaje cooperativa.

2.6 - *Mobile-learning*, un nuevo paradigma de culturización

Desarrollo humano en un nuevo contexto

El proceso de socialización y culturización de los seres humanos, en su infancia, es inherente al contexto y a las realidades económicas, sociales y tecnológicas que en este se dan. En este sentido, no podemos obviar que los niños y adolescentes de hoy viven en un mundo con conexión omnipresente y global; se ha producido un proceso de integración de la tecnología móvil todos los ámbitos, dadas las características de esta. Los datos revelan que la tasa media de suscripción al teléfono móvil ha llegado en 2012 al 96% de la población mundial, cuando apenas cuatro años antes se situaba en el 68%. Además, el móvil está produciendo una brecha digital menor que el ordenador (Fundación Orange, 2013).

La infancia, hoy, si vive en occidente, ha sido testigo del acelerado desarrollo tecnológico. En ella ha repercutido la generalización y popularización de la tecnología, que se ha convertido en un agregado a sus hábitos y cotidianidad. Bornsfirenrener explica, en su teoría ecológica, cómo el desarrollo de la persona está claramente influida por los diversos sistemas de un ambiente.

Estudios recientes avalan que, “la interacción con las tecnologías de la información, conduce a la adquisición de nuevas funciones y estructuras mentales y a modos culturales y sociales diferenciados” (Sharman, 2004, p. 1718). Este tipo de estudios considera que la tecnogénesis condiciona el desarrollo evolutivo (ontogénesis), originando, de este modo, nuevas formas de comportamientos adaptativos en el marco del nuevo escenario de la evolución”. (García, Parra, Megías y Gordo, 2006, p.34).

Vygotsky postula en su modelo de psicología evolutiva, ampliamente contrastado hoy, que el niño no puede desarrollarse de manera aislada, sino que lo hace a través de sus interacciones con los adultos portadores de la cultura. del entorno. El proceso natural de aprendizaje se genera a partir de los instrumentos creados por la cultura, que amplían las posibilidades naturales del individuo y reestructuran sus funciones mentales (Ivic, 1994). En este sentido, los instrumentos más relevantes de la cultura actual son Internet, la tecnología y la conectividad; entonces podemos inferir, que el ambiente actual genera un modelo de desarrollo, cultura y socialización con características propias, que distan mucho del modelo de desarrollo durante la infancia hasta ahora conocido. Los medios electrónicos representan un papel fundamental en las expresiones culturales de los jóvenes (Buckingham, 2002). Esta nueva infancia requiere un nuevo paradigma educativo que responda a su realidad. De hecho, “vivir y

aprender en la Sociedad Red significa integrar de manera natural las tecnologías móviles, tan presentes en la vida cotidiana, en los procesos educativos” (Camacho y Lara, 2011, p.11).

2.7 - Cultura y sociedad móvil

La distribución y el consumo de cultura se ha modificado en las últimas décadas, pasando de un sector de producción hegemónico (la información era controlada por un número limitado de agentes) a un modelo de producción y consumo de cultura individual, en la que el usuario participa, construye y selecciona contenidos, lo que conlleva una democratización de la creación y el uso de la información. Además, los dispositivos han evolucionado de tecnología estática a un modelo dinámico, que permiten estar conectado en todos los contextos. La movilidad está generando nuevos escenarios en la sociedad actual, está influyendo en la forma en la que se accede, se consume y se interpretan contenidos, al alterar el contexto espaciotemporal (Vacas, 2009).

Sí establecemos un paralelismo entre Mass Media y escuela, podemos extrapolar el concepto de broadcasting, que es el formato de emisión tradicional propio de televisión y radio. En este modelo, los contenidos culturales se difunden de manera unidireccional de un emisor a unos receptores, que reciben los mismos contenidos al mismo tiempo, muy similar al modelo escolar: el profesor, como emisor, selecciona y transmite los contenidos unidireccionalmente a los alumnos, que actúan como receptores, estableciendo una relación asimétrica entre ambos. Por el contrario, los new media, cambian el modelo de receptor pasivo, al de usuario activo, que elige, interactúa e, incluso, genera contenido, difuminándose la jerarquía comunicativa (Vacas, 2009). Si la

cultura se ha visto modificada por los new media ¿Por qué se da el inmovilismo institución de transmisión cultural? Los nuevos medios marcan nuevos patrones de interacción que, si se introducen en la escuela, redefinirán el modelo de relación educativa, en la que los contenidos culturales no son transmitidos, sino que cada educando accede a la información e interactúa con ella, siendo responsable activo de su proceso de aprendizaje y abriéndose un espacio nuevo de comunicación entre educador y educando.

Internet y el ordenador personal han creado en las últimas décadas una situación de comunicación, colaboración y acceso a la información sin precedentes, que ha influido en cómo la sociedad se relaciona con el conocimiento; pero la aparición de la tecnología móvil ha propiciado una auténtica revolución al tratarse de dispositivos que permiten conectarse en cualquier momento y en cualquier lugar (Camacho y Lara, 2011). La potencialidad de estas herramientas son obvias, al ampliar las posibilidades de interacción y acceso, y al acomodarse la oferta y demanda a cada individuo-terminal. Steve Jobs anticipó en el 2010 el radical cambio de la tecnología fija al modelo móvil, iniciándose la era post-pc, afirmando que el usuario tiene una relación más directa e íntima con Internet, los medios de comunicación, las aplicaciones y sus contenidos.

El nuevo contexto tecnológico ha introducido cambios cuantitativos, al aumentar el número de dispositivos por usuario: el teléfono móvil se convierte en el motor de crecimiento de internet, y el 43,4% de los internautas se conectan con este dispositivo tras un crecimiento interanual del 210%. Un crecimiento del 800% en el uso de la televisión, de un 500% del Tablet, y un 300% de los eBooks

para conectarse a Internet nos permite vislumbrar un futuro completamente multiterminal (Fundación telefónica, 2013).

La realidad multiterminal genera cambios cualitativos, en la forma en la que utilizamos, conceptualizamos y gestionamos la información. Internet y el uso generalizado del ordenador personal cambió las vías de acceso a contenidos y su recopilación. Los dispositivos móviles introducen cambios a esta tendencia, tal y como se recoge en el informe Horizon: dónde almacenamos nuestro trabajo no es importante; lo que importa es que la información sea accesible desde cualquier sitio y con el dispositivo que decidamos utilizar. Global y masivamente, nos vamos acostumbrando a un modelo de software basado en navegadores, que es independiente del dispositivo que utilizamos (Johnson, Smith, Levine y Stone, 2010). Este nuevo sistema de gestión del conocimiento, flexibiliza las posibilidades del aprendizaje, ya que convergen la movilidad de los dispositivos y las aplicaciones de gestión de información desde la nube, permitiendo que el aprendizaje sea ubicuo.

2.8 - Identidad en una sociedad conectada

No solo nos hallamos ante un nuevo modelo de gestión de la comunicación y la información, sino ante una forma nueva de relación con la tecnología. Existe una unión directa entre persona y terminal. El teléfono móvil forma parte de las esferas íntimas de las personas, es por lo tanto un componente que va más allá de una función utilitaria, para conectar con aspectos de la identidad individual. El teléfono móvil se ha convertido en una herramienta de uso muy frecuente, lo utilizamos desde que nos levantamos hasta que nos acostamos. Los usuarios han hecho propio el uso de la tecnología móvil, la han adaptado a sus necesidades y

capacidades. Es lo que se denomina apropiación tecnológica (Camacho y Lara, 2011).

La identidad de los jóvenes se está configurando, también, en torno a la tecnología. Las TIC son el medio natural de nuestros jóvenes. Consumen contenidos y construyen su propia identidad digital utilizando medios tecnológicos (Moreno, Crespo y Juliá, 2012).

Se han nombrado a las generaciones nacidas a partir de los 90, como “Generación Interactiva” (García, y Bringué, 2007). En esta definición convergen dos ideas fundamentales: en primer lugar, el hecho de tratarse de un colectivo con conductas, características y prácticas similares, al haber vivido en un contexto marcado por una situación social, económica y tecnológica similar; y en segundo lugar, la relación de reciprocidad entre individuo-pantalla. La tecnología cambia a la persona, la persona modifica la tecnología, proceso denominado “tecnogénesis” (García, Parra, Megías y Gordo, 2006). García (2009) asevera que: “El maremoto tecnológico influye en cómo se comporta el ser humano, la forma en que se enfrenta a los problemas, los modos de comunicarse, aprender o relacionarse” (p.19).

A todos los que pasamos largas horas con los jóvenes de hoy, no nos pasa inadvertido que son sustancialmente diferentes a los jóvenes de generaciones anteriores. Como afirma Mark Prensky (2010), se ha dado un cambio complejo, profundo y trascendental: existe una discontinuidad importante y sustancial entre los nacidos a partir de la última década del Siglo XX y las generaciones anteriores.

Internet ha aumentado la posibilidad de experiencias, ampliándolas a contextos inaccesibles para los jóvenes hace veinte años. La multiplicidad de estímulos que reciben, y el aumento de información visual han incidido en el estilo de procesamiento de la información. La relación unipersonal entre dispositivo-persona genera un aumento de la autonomía y la toma de decisiones. Los modelos de interacción de las redes sociales suponen la hipersocialización de las nuevas generaciones, el 86% de los jóvenes afirman que usan diariamente las redes sociales. Su tiempo medio de permanencia en las redes sociales es de 1,2h. Agregan 274 personas de media. Esta cifra se dispara entre los 15 y 19 años, que alcanzan una media de 393 personas agregadas (Rodríguez y Fernández, 2012).

El uso de las TIC es un hábito incorporado, como se refleja en el informe sobre la juventud 2012: “El acceso a la red no es sólo cada vez más numeroso, sino también más frecuente. El 84,6% de las personas jóvenes dice acceder varias veces al día. En total un 93% del colectivo usa internet a diario” (Rodríguez y Fernández, 2012, p. 290) para cubrir las necesidades de pertenencia, reconocimiento y autorrealización. Los jóvenes utilizan Internet y los dispositivos móviles para hacer las mismas cosas que otras generaciones han hecho sin usar tecnología, entretenerse, buscar información útil y relacionarse con amigos y familiares (Méndez y Rodríguez, 2011).

Un aspecto relevante que han proporcionado los medios tecnológicos, es la de romper virtualmente las fronteras y generar un nuevo medio y contexto de interacción. “Dado el aumento de herramientas colaborativas en internet, es importante aportar un pensamiento didáctico que promueva construcciones nuevas y pensamiento creativo en los alumnos” (De Pablo, 2017, p.54). Los Mass Media tradicionales, proporcionaban información, cultura, tendencia y modas de distintos lugares. Pero Internet ha generado un espacio de intercambio directo.

Además, se han desarrollado códigos de comunicación y relación, compartidos y aceptados. Fumero, A. y Espiritusanto, O. (2012) abordan cómo la red universal influye en el nuevo entorno Tecnosocial, y citando a Echeverría (1999) describen las dimensiones de este nuevo entorno:

- Transformaciones espaciotemporales (5 dimensiones): Instantaneidad; Distalidad; Ubicuidad, Movilidad; Reticularidad.
- Transformaciones en el propio cuerpo, en las relaciones sensoriales, las fronteras de acción personal y la identidad (6): Representalidad; Protesidad; Multisensorialidad; Interactividad; Virtualidad; Rastreabilidad.
- Transformaciones hacia un lenguaje unificado para los diferentes modos de Captación y manejo de información (4): Digitalidad; Potencialidad; Omniprocesalidad; Análogodigitalidad.
- Transformaciones jerárquicas de relación intelectual con el entorno tecnológico y los objetos (2): Neutralidad; Intelectividad.
- Barreras (4): Intangibilidad; Hermeticidad; Discontinuidad; Feudalidad.

La red ha permitido que las personas puedan proyectarse y reafirmar su identidad constantemente: En redes sociales, en las que se comparten fotos personales, sentimientos, ideas, emociones o ideología. Los blogs, en los que expresar saberes, experiencias o capacidades. Las redes de producción de vídeo o imagen, en las que se manifiesta la creatividad. Los foros como espacio de interacción e intercambio, se comparte conocimiento experto o semi-experto. Estas herramientas, en las que producción y consumo de información se

retroalimentan, son espacios en los que el fenómeno de los “Flowers” es un indicador de aceptación, popularidad y relevancia social.

Las redes sociales nos aportan un espacio de comunicación que favorece la interacción con la comunidad, comunidad que aprende. Cuanto mayor información relevante se comparta entre los participantes, mejor será la experiencia de aprendizaje (Gómez, Ferrer y De La Herrán, 2015).

La tecnología móvil implica un alto nivel de “protesicidad” lo que propicia, no solo que la red esté omnipresente en todos los contextos, sino que el individuo pueda ser omnipresente en la red (medio imperante de interacción social), al poder compartir sus experiencias, emociones o ideas en todo momento. Se da una sobreexposición de los quehaceres y una narrativa constante de los hechos que acaecen en su vida, dándose un proceso continuo de transcendencia (efímera) y redefinición de la identidad, más allá de la realidad concreta. La tecnología de ubicuidad requiere de diferentes espacios y oportunidades adaptadas a cada momento y lugar (Fumero y Espiritusanto, 2012).

El modelo multidireccional de las redes sociales fomenta el papel activo del alumnado. También fortalece la comunicación entre iguales y con los docentes. Se pasa a un modelo de aula flexible, social, abierta e interactiva (Gómez, Ruiz y Sánchez, 2015). Las herramientas Web 2.0 favorecen la colaboración entre estudiantes y la construcción de conocimiento (De Pablo, 2015)

Los jóvenes de hoy han crecido “a la velocidad de la contracción nerviosa” de los juegos y de MTV (canal temático de música). Utilizan instantáneamente el hipertexto, descargan música, telefonan desde dispositivos de bolsillo, consultan la biblioteca instalada en sus ordenadores portátiles, intercambian mensajes y chatean de forma inmediata. Es decir, trabajan en Red siempre”. (Prensky, M.

2010:7). Esta generación ha asimilado la realidad multiterminal y móvil con una naturalidad abrumadora, normalizando el vertiginoso desarrollo tecnológico. El teléfono móvil es el dispositivo por excelencia de los jóvenes, su uso es prácticamente universal entre los 15 y 29 años. Los jóvenes tienen un gran vínculo con el teléfono móvil (Rodríguez y Fernández, 2012). Este hecho, se debe al vínculo entre la Red y la identidad, facilitando que su generalización a todos los contextos sea vivido con total apertura. También, la interactividad constante, la búsqueda de respuesta inmediata, y la cada vez más difusa línea entre lo real y lo virtual, han sido el contexto óptimo para la incorporación y normalización de la tecnología móvil entre los más jóvenes.

2. 9 - Aprendizaje y nuevos entornos de transmisión cultural

La evolución de la tecnología ha ido en paralelo a la alfabetización digital. El acceso ha permitido el desarrollo de capacidades de uso y manejo de TIC, que eran exclusivas para expertos de diversos ámbitos. Este nuevo contexto, no solo ha ocasionado el desarrollo de habilidades para desenvolverse en el uso de las herramientas, sino que tareas como las búsquedas o la recopilación de información, generan cambios en las conexiones neuronales y las respuestas del cerebro ante los estímulos en forma de decisiones o razonamientos. Ante las nuevas formas de recibir información, de relacionarnos con el conocimiento, de aprender, nuestro cerebro se reprograma para poder dar respuesta a estas nuevas situaciones (Fumero y Espiritusanto, 2012).

Por otro lado, los jóvenes han interiorizado el uso de la tecnología, no solo para el ocio y la socialización, sino para el acceso al conocimiento (también científico). Internet ya es la primera fuente de información científica para el 40% de los ciudadanos. Un 84% de los jóvenes de entre 15 y 24 años y un 78% de las personas de 25 a 34 años utilizan internet como primera fuente de información científica. Sus principales vías de acceso a la información científica son: la Wikipedia, la prensa generalista online y las redes sociales (Ansende, 2015).

La modalidad de tecnología móvil, reformula nuestras situaciones cotidianas de interacción y aprendizaje informal, al introducir la conexión en cualquier lugar o situación. No cabe duda que esta tecnorealidad genera nuevas experiencias, que requieren procesos de gestión propios e influyen en las conexiones neuronales que se establecen. En consecuencia, la enseñanza basada en dispositivos móviles va más allá de una metodología que apoya el proceso de enseñanza-aprendizaje, para posicionarse como un paradigma necesario, dada la realidad imperante y las características del alumnado actual y futuro.

Los teléfonos inteligentes funcionan como minicomputadoras: son dispositivos sensibles, ofrecen un atractivo y sensible interfaz, crean oportunidades para acceder rápida y fácilmente a una amplia gama de contenidos, desde páginas web y documentos, a vídeo y audio. El auge de la tienda de aplicaciones significa que su dispositivo móvil puede ahora realizar toda una serie de funciones (Elearnity, 2011). Esto crea unas condiciones que permiten la diversificación de los espacios de aprendizaje, la aplicación de *apps* para interactuar con la realidad, el acceso al conocimiento en red y la socialización del aprendizaje entre compañeros.

Uno de los mayores atractivos de los móviles es que fomenta la exploración. Ya se trate de conectarse con personas a través de las redes sociales, el descubrimiento de los recursos locales, buscar respuestas ante curiosidades que surgen en un determinado momento o ampliar conocimientos. Esta potencialidad fomenta el aprendizaje y la investigación creativa, debido a su portabilidad, flexibilidad y las interfaces intuitivas (Johnson, Adams, Cummins, Estrada, Freeman, y Ludgate, 2013). Al facilitar y simplificar las herramientas, la tecnología se incorpora ágilmente, y pasan a un primer plano: el proceso de interacción con el medio, con los compañeros o con la información. Quedando relegadas las destrezas para utilización del software, que antes requerían mucho esfuerzo.

En este contexto, la nueva generación es muy sensible a la interacción, se desenvuelve en un sistema de comunicación y aprendizaje en red (Garbayo, Gutiérrez y Peñafiel, 2009). Muchas de las iniciativas de aprendizaje móvil se basan en la teoría de que las personas aprenden mejor cuando forman una comunidad, cuando colaboran con otros en un entorno de aprendizaje abierto y sin fronteras (Abilene, 2010).

El modelo educativo tradicional que está implantado en la mayoría de los centros educativos podría definirse como “educación estática”: el alumno recibe conocimientos que debe asimilar, la herramienta de trabajo es un libro que secuencía el aprendizaje siempre en el mismo orden, el espacio de aprendizaje no es flexible, las características individuales se homogenizan ... En este modelo, el significado que toma la palabra educar dista mucho de su etimología: *ex ducere* (conducir, guiar, sacar hacia fuera). El origen de la palabra hace referencia a un aprendizaje en movimiento. Tal y como recoge la RAE : conducir: 1. tr. Llevar,

transportar de una parte a otra, 2. tr. Guiar o dirigir hacia un lugar. Se trata de mover al educando de su situación de partida original a otro nivel de conocimiento y consciencia, lo que implica que el alumno sea el que se mueve y el maestro el que le guía.

La tecnología móvil, per se, no marca el modelo de enseñanza-aprendizaje. Son los docentes los que le imprimen a la herramienta la posibilidad de reformular los procesos educativos. El móvil podría ser utilizado en un modelo de enseñanza tradicional, que sirviera, por ejemplo, para tener los contenidos a disposición del alumno, ampliando el acceso a la información, pero sin modificar la relación que se establece con el conocimiento o el aprendizaje. Un nuevo modelo debe integrar los procesos de interacción y acceso a la información que la cultura “tecnomóvil” ha generado, y reformular los modelos de la escuela tradicional. De hecho, vivimos en “tecnosociedad” (interacciones, consumo, puestos de trabajo, información...) que requiere competencias diferentes a las tradicionales.

La evolución hacia una cultura de aprendizaje adaptada a las nuevas demandas, y con uso de tecnología móvil, se ha denominado *u-learning*. Es una adaptación del e-learning, integrando las tecnologías, apoyándose en modelos basados en el constructivismo y en el conectivismo de Siemens. El aprendizaje en cualquier situación, momento y lugar apoyado en tecnología móvil representa una evolución natural del actual modelo de *e-learning* (Camacho y Lara, 2011).

El aprendizaje con dispositivos móviles genera importantes posibilidades de aprendizaje, unido a la total incorporación de los móviles a la identidad de los jóvenes, está generando una modalidad llamada BYOD (*Bring Your Own Device*), trae tu propio dispositivo. Que cada alumno trabaje con su propio dispositivo

permite incorporar, en la práctica de la tecnología, una nueva acepción: el dispositivo como herramienta de trabajo y aprendizaje, y no solo de ocio. Además, reduce el coste a las escuelas e integra la diversidad multiterminal del mercado, no cayendo en intereses comerciales de un solo fabricante.

La incorporación de la tecnología móvil como herramienta que reformula la metodología, proporciona las condiciones para introducir modificaciones en la enseñanza, ya que “deslocaliza” el aprendizaje en diversos sentidos: el alumno se convierte en protagonista, se rompen las limitaciones del aula (Camacho y Lara, 2011). El aprendizaje es principalmente competencial y los contenidos de aprendizaje son medios y no fines.

Una metodología basada en *u-learning* implica la reformulación de las programaciones didácticas. El docente debe crear entornos y situaciones de aprendizaje enfocadas a la consecución de las metas de comprensión que se plantean para los alumnos. En este enfoque son muchas las variables a tener en cuenta, por lo que se requiere un análisis profundo de la realidad del alumnado, un diseño de las acciones bien definido, además del establecimiento de diversos elementos: metas de aprendizaje consensuadas, el rol de los actores participantes, mecanismos de retroalimentación y reporte de avances en el proceso, herramientas de evaluación. Es un proceso de aprendizaje que no es lineal, sino multicausal, con muchas situaciones y resultados posibles, todos ellos válidos.

Un modelo de enseñanza con dispositivos móviles encamina la acción educativa a la individualización del aprendizaje. Sí se facilitan las metas de aprendizaje, se diseñan los estímulos adecuados, se proporcionan las herramientas para que el alumno defina su itinerario personal, y se establece una

temporalización que permita que cada alumno marque su ritmo, el alumno se hará el responsable de su proceso, ya que tendrá un mapa que guía su aprendizaje.

La cooperación y la creación de comunidades de aprendizaje global es un hecho facilitado por los *new media*. Los espacios virtuales de aprendizaje se pasa de recibir conocimiento a compartirlo. El diálogo, la cooperación y la participación son elementos clave de los sistemas virtuales de aprendizaje (Rinaldi, 2011). La movilidad, añadida por los nuevos dispositivos, facilita el acceso y la creación de conocimiento desde contextos reales. Los dispositivos móviles permiten crear y compartir contenido de manera sencilla. Las redes sociales y los servicios web 2.0 amplían las posibilidades de aprendizaje y fomentan la cooperación entre estudiantes. Además, los estudiantes pueden interactuar con los contenidos generados desarrollando nuevas habilidades digitales.

La ubicuidad de la tecnología permite la inmediatez de la comunicación, esto facilita todos los procesos de *feedback* entre los agentes implicados en el proceso formativo, lo que genera que todos los ámbitos de aprendizaje puedan ser reformulados si fuera necesario. Para el docente, obtener retroalimentación del alumnado es fundamental, permite planificar teniendo en cuenta los contextos donde los alumnos aprenden. Para el alumno, tener la retroalimentación del profesor le permite afianzar su itinerario recorrido de aprendizaje o introducir modificaciones, el *feedback* entre pares conduce la autorregulación del aprendizaje. La evaluación, adquiere nuevas perspectivas, al contar con nuevas herramientas para seguimiento de la acción formativa.

Las posibilidades de conexión permanente, las herramientas de crear y compartir información y las redes de interacción social, se completan con

multitud de aplicaciones y funciones de la tecnología móvil, que permiten el análisis de la realidad, el tratamiento de imagen, la edición de productos y muchas otras funciones que optimizan el proceso formativo.

El Consejo Europeo marcó los objetivos estratégicos de la educación en el siglo XXI. Para ello, se diseñaron los planes de formación en torno a competencias de aprendizaje. Estas, deben tener una función flexible, transferible y extrapolable, para que sean la base para el aprendizaje permanente. Además, su desarrollo debe ir orientado a proporcionar los recursos que permitan desenvolverse en diversas situaciones, contextos y problemas (Comisión de las Comunidades Europeas, 2000). Mediante *m-learning*, el aprendizaje se desarrolla “in situ”, por lo que se da un proceso de reciprocidad entre los saberes y la realidad. Los alumnos aprenden a elaborar estrategias aptas para cada contexto, lo que les prepara para responder ante cualquier realidad.

Los dispositivos móviles abren el aprendizaje a cualquier espacio-tiempo, por lo que es fundamental desarrollar estrategias de uso de esta tecnología para aprender. Diseños didácticos, que incorporen la tecnología móvil, proporcionarán al alumnado herramientas de aprendizaje para cualquier circunstancia, al situar el aprendizaje en contextos reales.

3 – Aplicaciones y buenas prácticas de aprendizaje móvil

3.1 – Apps educativas

Las aplicaciones móviles, también denominadas *apps*, son pequeños programas informáticos diseñados para teléfonos móviles, tabletas y otros dispositivos móviles tal y como recoge Santiago, R. (2015). Se encuentran disponibles en plataformas propietarias como App Store de iOS, PlayStore de Android, Windows Phone, etc.

Las aplicaciones móviles se caracterizan porque permiten a los usuarios realizar tareas muy concretas de forma muy sencilla. Esto hace que la tecnología sea transparente para el usuario, y reduce la brecha digital generacional debido a su facilidad de uso. Tanto ha sido su grado de penetración en la sociedad, que en 2010 el término *app* fue denominada palabra del año por la *American Dialect Society*.

Existen numerosas aplicaciones que tienen un enorme potencial educativo. Por ejemplo, en la UCM (Universidad Complutense de Madrid), alumnos de Magisterio han desarrollado una *app* para dispositivos móviles que mejora el aprendizaje de sistemas de numeración y operaciones elementales (Hidalgo, Garbayo, Encina, Rabanal, Rodríguez y Rubio, 2016).

3.1.1 – Eduapps

Eduapps es un portal educativo que nace en 2010 con la finalidad de probar, valorar y dar a conocer *apps* educativas para el sistema operativo iOS. Este espacio en línea está dinamizado por ADE (*Apple Distinguished Educators*) españoles.



Figura 1: Portal web eduapps

Enlace: <http://www.eduapps.es/index.php>

Las aplicaciones se catalogan por etapas educativas: EI (educación infantil), EP (Educación Primaria), ESO (Educación Secundaria Obligatoria) y bachillerato. También, tienen un apartado para el profesorado, con aplicaciones para la gestión de aula o el diseño curricular. Otra funcionalidad muy interesante de la página es la categorización de *apps* por los procesos cognitivos de la taxonomía de Bloom revisada.

3.1.2 – APPitic

APPitic es otro espacio web, dinamizado por ADE (Apple Distinguished Educators) internacionales, con un filtrado de más de mil trescientas aplicaciones educativas.



Figura 2: Portal APPitic

Enlace: <https://www.appitic.com>

En APPitic se catalogan aplicaciones educativas en diversas categorías y subcategorías:

- MI (*Multiple Intelligences*): en esta sección encontramos *apps* categorizadas en las ocho inteligencias múltiples que propone Howard Gardner (cinestésica, interpersonal, intrapersonal, lógico-matemática, musical, naturalista, lingüístico-verbal y visual-espacial).

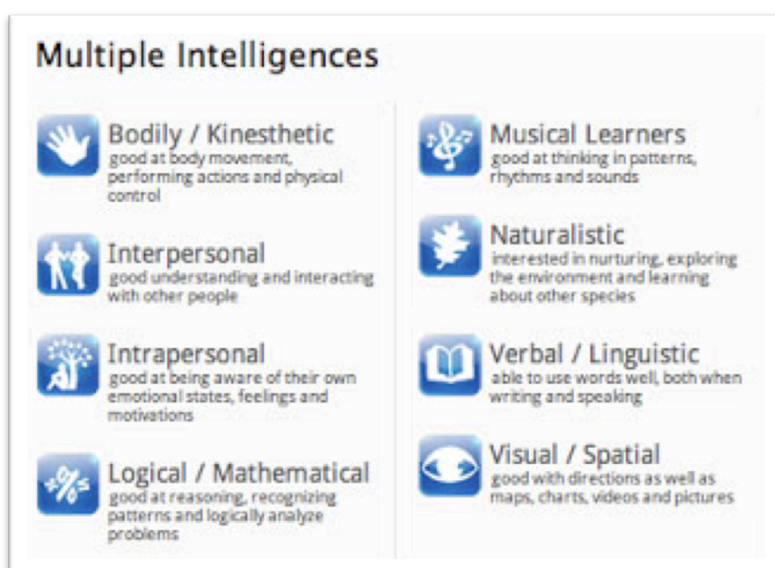


Figura 3: Portal APPitic – Inteligencias múltiples

- *Themes* (asignaturas): aplicaciones educativas categorizadas por asignaturas del currículo americano.

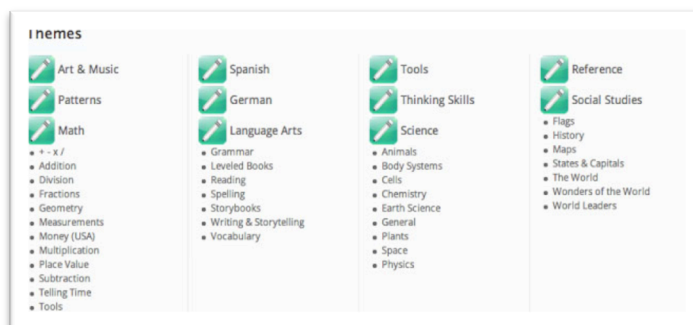


Figura 4: Portal APPitic – Themes (asignaturas)

- *Bloom's Taxonomy* (taxonomía de Bloom): aplicaciones educativas organizadas por los procesos cognitivos de la taxonomía de Bloom revisada.



Figura 5: Portal APPitic – Bloom's Taxonomy (taxonomía de Bloom)

- También destacan otras categorías de APPitic, como la sección de aplicaciones para alumnado autista, *Flipped classroom* (clase invertida) *Preschool* (educación infantil), *apps* para el profesorado o CBL (*Challenge Based Learning* – aprendizaje basado en desafíos).

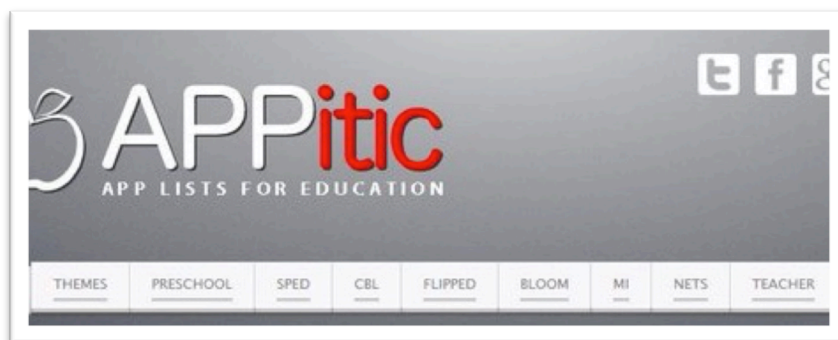


Figura 6: Portal APPitic – Otras categorías

3.1.3 – Grupo diigo *m-learning*

El grupo de docentes del seminario de *mobile learning* del CRIF (Centro Regional de Innovación y Formación Las Acacias) Las Acacias, durante las ediciones de 2011, 2012, 2013 y 2014, ha catalogado aplicaciones educativas en función del sistema operativo de los dispositivos móviles.

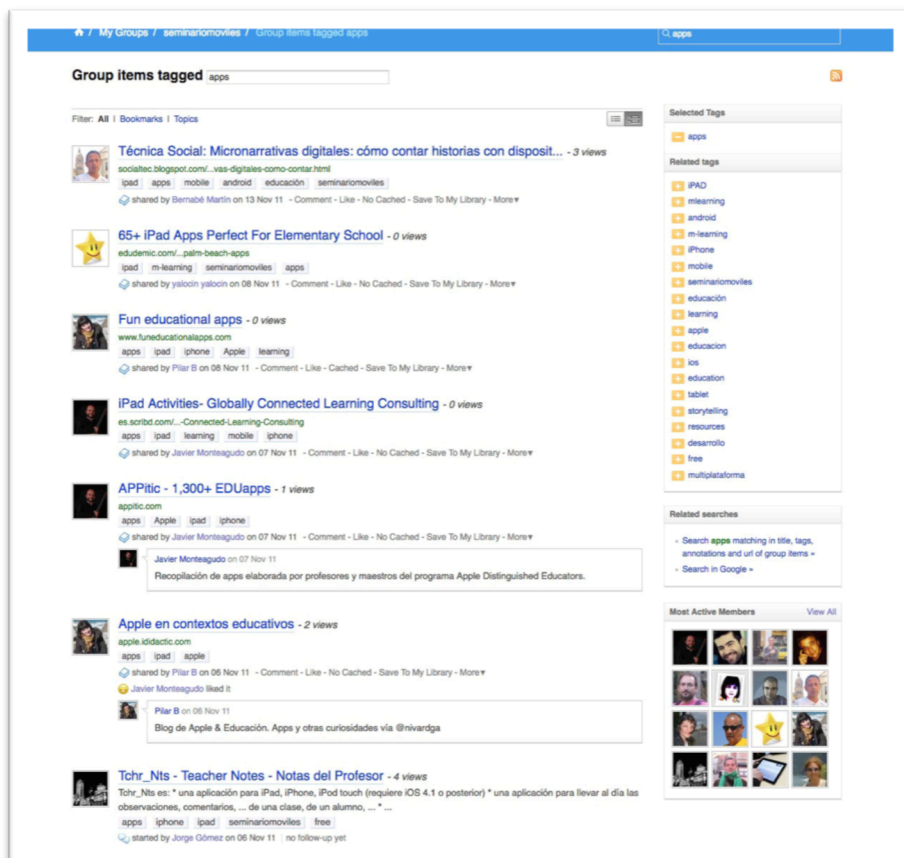


Figura 7: Seminario de *mobile learning* – CRIF Las Acacias

Enlace: <https://groups.diigo.com/group/seminariomoviles>

3.1.4 – Entornos personales de aprendizaje móvil

En IV Jornadas iTIC del CRIF "Las Acacias", Monteagudo, J. y Poyatos, C. (2012) presentan cómo organizar entornos personales de aprendizaje con aplicaciones móviles. Proponen una organización de *apps* en función de procesos docentes.

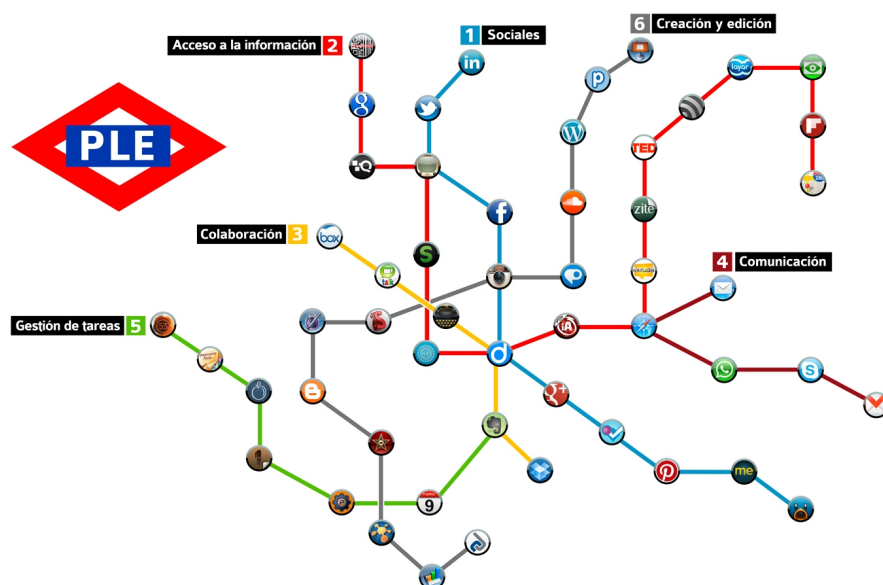


Figura 8: Entornos personales de aprendizaje móvil

Enlace: <https://www.flickr.com/photos/cpoyatos/7007451086/>

3.2 – PBLH (*Project Based Learning in Hand*)

Vicent (2010) propone en “*Learning in Hand*” un método de aprendizaje basado en retos utilizando aplicaciones móviles. Ofrece varios ejemplos clarificadores de cómo integrar las *apps* en los procesos de enseñanza y aprendizaje.



Figura 9: Aprendizaje basado en retos con apps

Enlace: <http://learninginhand.com/>

Este autor también explica en su espacio web cómo trabajar proyectos, integrando los dispositivos móviles en lo que él denomina PBLH (*Project Based Learning in Hand*) .



Figura 10: PBLH (Project Based Learning in Hand) – Vicent, T (2010)

Enlace: <http://learninginhand.com/pbl-old/?rq=projects%20mobile>

Vincent (2010) sugiere la siguiente estructura para poder integrar los dispositivos móviles en el aprendizaje por proyectos:

- Dar a conocer la pregunta esencial del proyecto, que servirá de hilo conductor durante todo el proceso de aprendizaje. Esta pregunta ha de ser sugerente y estar vinculada con los estándares de aprendizaje del currículo oficial.

-
- En segundo lugar, se hacen explícitos los objetivos de aprendizaje y cómo se van a recoger las evidencias mediante productos digitales. También se enumeran todas las características que esos productos finales deberían incluir.
 - Posteriormente, se genera una rúbrica consensuada con el alumnado. Para que los estudiantes conozcan los indicadores de logro de cada aspecto a evaluar.
 - Planificación: los estudiantes se organizan utilizando aplicaciones móviles como Popplet, para generar mapas mentales que les ayuden a secuenciar la fase de investigación.
 - Investigación: los alumnos utilizan sus dispositivos móviles para buscar información en la red, analizarla, crear anotaciones, compartirla con sus compañeros, categorizar enlaces, etc.
 - Presentación: los alumnos exponen sus productos finales a sus compañeros. Para ello, hacen uso de aplicaciones para generar presentaciones como Keynote o Google presentaciones.

3.3 – Buenas prácticas de aprendizaje móvil

Según McFarlane, Triggs y Ching (2009) en su investigación *Researching Mobile Learning Overview*, los estudiantes valoraron que el aprendizaje móvil: potencia el trabajo cooperativo e interactivo; que permite compartir información y conocimiento; ofrece oportunidades para aprender en cualquier momento y lugar; favorece la interacción entre dispositivos; etc.

Estas características encajan perfectamente con el aprendizaje basado en proyectos, potenciando la cooperación entre estudiantes, ofreciendo al alumnado oportunidades para desarrollar su autonomía e iniciativa personal, así como sus habilidades cooperativas. El aprendizaje móvil añade el componente de flexibilidad, favore el aprendizaje en cualquier momento y lugar. Los docentes pueden diseñar experiencias de aprendizaje contextualizadas, situadas en un entorno real, amplificadas por el uso de dispositivos móviles.

Basándose en estas premisas, docentes del grupo de investigación de aulaBLOG – *mobile learning* han llevado a cabo y documentado una serie de experiencias de aula que integran los dispositivos móviles en el proceso. Estas experiencias de aprendizaje móvil se enmarcan dentro del proyecto Edumóvil de la UAM (Universidad Autónoma de Madrid).



Figura 11: *Proyecto edumoviles*

3.3.1 – *Peace and cooperation project*

El proyecto "*Peace and cooperation*" ha sido galardonado en 2012 con el primer premio del Certamen Internacional de Paz y Cooperación, en el que se presentaron más de 20.000 proyectos de aula de más de 55 países diferentes. Los alumnos de 2ºESO del IES Isabel la Católica de Madrid han diseñado un mural con códigos QR que redirigen a vídeos grabados por el alumnado, donde exponen sus ideas sobre cómo el deporte puede contribuir a la paz y la cooperación. Este mural queda accesible fuera del aula y cualquier estudiante, familiar o docente, puede consultar el contenido interactivo codificado dentro de los códigos QR (Izquierdo, 2012)



Figura 12: Mural del proyecto Peace and cooperation

Enlace: <https://peaceandcooperationproject.wordpress.com>

3.3.2 – Fitoatocha: un herbario digital

El proyecto Fitoatocha es un proyecto interdisciplinar desarrollado por los alumnos de Bachillerato del Colegio Salesianos de Atocha. Participaron 186 alumnos y 10 profesores de diversos departamentos: Ciencias Naturales, Informática, Lengua Española, Lenguas Clásicas, Lenguas Modernas, Matemáticas y Dibujo Técnico. Este proyecto ha sido galardonado con la distinción de Buenas Prácticas del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

El objetivo principal de este proyecto es que los alumnos generen un herbario digital con las plantas más características de los Jardines del Buen Retiro. Para ello, tienen que utilizar los dispositivos móviles como medio de expresión y creatividad (Fernández, 2012).

Como actividad de inmersión, los estudiantes realizaron un maratón fotográfico, tomando con sus dispositivos móviles fotografías de la flora del Retiro, las fotografías se publicaban en blogs de grupo.

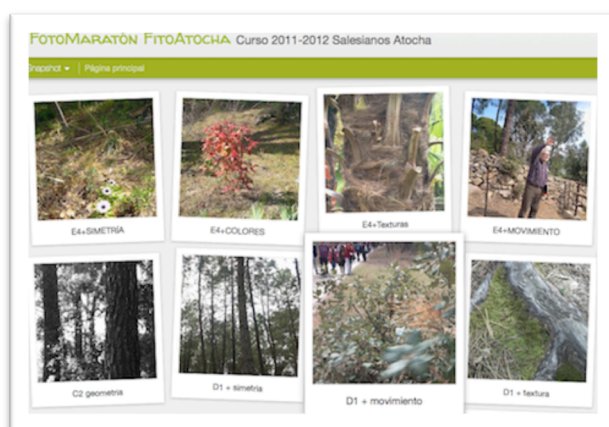


Figura 13: Blog del maratón fotográfico de Fitoatocha

El alumnado ha generado audio guías turísticas explicativas en formato *podcast*. Todos los audios están disponibles en diversos idiomas. Son de libre acceso y están adaptadas a dispositivos móviles.





Audioguías	Idiomas	Reproductor	Ficha
Parada 1: Liquidámbar	  		
Parada 2: Sauce Ilorón	 		
Parada 3: Plátano de sombra	 		

Figura 14: Audio guías “Fitoatocha”

Los alumnos de 1º de Bachillerato participantes en el proyecto publicaron los resultados de sus investigaciones en blogs de equipos. Todos los blogs de los distintos grupos cooperativos están disponibles en [PlanetaFitoBlogs](https://planetafitoblogs.com/).

3.3.3 – Atocha voltaica

[Atocha voltaica](#) es un proyecto llevado a cabo por los estudiantes de Bachillerato de los Salesianos de Atocha, diseñado y dinamizado por su profesor de física. El objetivo de esta experiencia es que los alumnos investiguen sobre la Influencia de la irradiación en función del ángulo de incidencia (Gómez, 2013). Este proyecto se expuso en el “Salón Internacional del Estudiante y de la Oferta Educativa” Aula 2013.

Los estudiantes miden las diferentes características geométricas del panel, así como valores sencillos de voltaje e intensidad de la corriente producida en función del ángulo de incidencia.

En la experiencia se muestra el uso de dispositivos móviles como herramientas para medir ángulos, así como su gran utilidad para documentar el proceso.

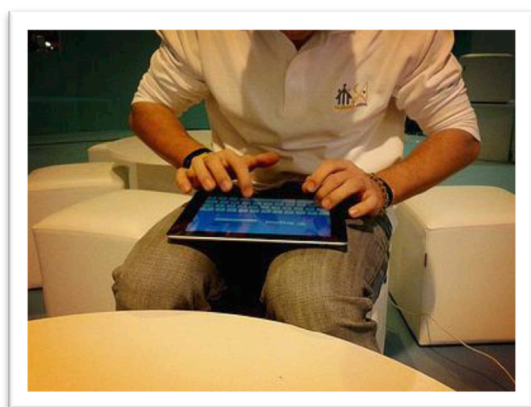


Figura 15: Alumno de Bachillerato documentando el proceso de aprendizaje

Los estudiantes utilizan las aplicaciones móviles para diversas tareas científicas del proyecto:

- Angle Meter (iOS): para medir de ángulos.
- EasyMeasure (iOS): para medir de distancias.
- MotionCafe (iOS): para generar vídeos con una vista panorámica.
- IntroDesigner (iOS): para generar una introducción en formato vídeo.
- iMovie (iOS): para generar un tráiler de la actividad.
- Animoto (iOS): para generar el vídeo con todo el material audiovisual.
- YouTube: para publicar los vídeos que luego son más fáciles incrustar en el blog de WordPress.
- SoundCloud: para grabar las entrevistas.
- WordPress: para recopilar, estructurar, tratar y comentar el trabajo realizado.
- Twitter: para publicitar con entradas cortas el trabajo que se realizaba en cada momento o avisar de nuevas entradas en el blog de WordPress o para difundir las entrevistas realizadas con SoundCloud.

3.3.4 – Mapa de ruidos

Esta experiencia nace con la motivación de acercar al alumnado, de distintas etapas, al estudio del sonido y la repercusión que la contaminación acústica tiene en la vida escolar.

La metodología empleada parte del aprendizaje por indagación, utilizando como herramientas de trabajo los dispositivos móviles y el aprendizaje cooperativo. A partir de ahí, cuatro profesores y tres secciones (Educación Primaria, Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato) unen sus objetivos curriculares para trabajar de forma conjunta, y multidisciplinar, con un grupo de cada nivel: 6º EP, 2º ESO y 1º Bachillerato, respectivamente (Ballesteros, Fernández, Gerezo y Martín, 2012).



Figura 16: Proyecto “Mapa de ruidos con realidad aumentada”

El producto final de este proyecto es un mapa de contaminación acústica del colegio, con realidad aumentada.

Los estudiantes realizaron mediciones de la intensidad sonora en los distintos rincones de su colegio, utilizando los sensores del móvil (micrófono) y la aplicación Cecor (sonómetro).

Herramientas de trabajo



5 iPod Touch + 2 iPad

Figura 17: Herramientas utilizadas para llevar a cabo el proyecto “Mapa de ruidos”

Enlace: <http://mapaderuidos.wixsite.com/proyecto>

A partir de los marcadores que representan cada área de estudio y la *app* de Aurasma, se accede al material elaborado por los alumnos, con las conclusiones y propuestas de mejora, para favorecer la convivencia y el disfrute del espacio escolar.

3.3.5 – Instageometry: figuras geométricas en el colegio

En el proyecto Instageometry los estudiantes de 1º ESO del colegio San Diego y San Vicente participaron en un proyecto de investigación contextualizada en el entorno real utilizando dispositivos móviles (móviles del alumnado y iPads del centro). El objetivo principal del proyecto es reconocer la geometría en el entorno más cercano del alumnado. Trabajaron en grupos cooperativos formales. Cada equipo tiene que buscar, fotografiar, medir, acotar las imágenes con la aplicación Skitch, calcular el área y el perímetro de figuras geométricas (Frutos, 2013).

UN INVIZIMALS

TRAPECIO



ÁREA

$$A = \left(\frac{B + b}{2} \right) \cdot h$$
$$A = \left(\frac{10 \text{ cm} + 7 \text{ cm}}{2} \right) \cdot 4$$
$$A = 140 \text{ cm}^2$$

PERÍMETRO

$$P = 10 \text{ cm} + 7 \text{ cm} + 4,2 \text{ cm} + 4,2 \text{ cm}$$
$$P = 25,4 \text{ cm}$$

Figura 18: *Instageometry*

Enlace: <http://educadroid.blogspot.com.es/2014/11/instageometry.html>

En la actividad de inmersión se animó al alumnado a descubrir las figuras geométricas más allá del aula. Los estudiantes documentan el proceso mediante la aplicación Instagram, donde publican todas las fotografías que toman.

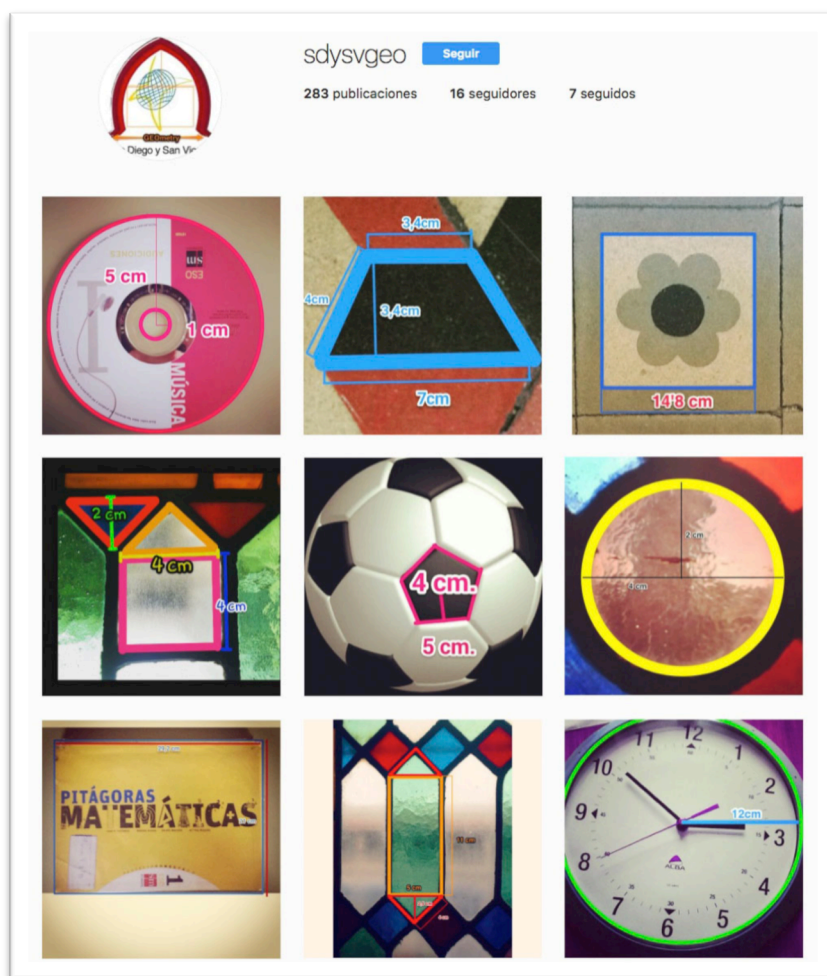


Figura 19: Instagram del proyecto

Enlace: <https://www.instagram.com/sdysvgeo/>

3.3.6 – Historias de la historia en *stop motion*

En el CEIP Manuel Bartolomé Cossío se desarrollan proyectos interdisciplinares centrados en el desarrollo de las Competencias Básicas, el trabajo cooperativo y la integración de las TIC. El proyecto “Historias de la historia en *stop motion*” es una muestra de ello. Los alumnos de tercer ciclo de EP (Educación Primaria) estudian la Historia desde la disciplina de la arqueología, y realizan una serie de tareas interdisciplinares para favorecer la comprensión de contenidos curriculares (Lobato, Monteagudo, Sánchez, Santos, 2012).



Figura 20: Historias de la historia en stop motion

Enlace: <https://sites.google.com/site/proyectodarqueologia/>

El proyecto comienza con una actividad inicial que sirve de punto de entrada para detectar las necesidades de aprendizaje. Se hace explícito el objetivo general del proyecto. Recoger en un documental en *stop motion* la historia de la Historia desde la disciplina de la arqueología. Para ello, se plantean unas primeras preguntas reflexivas para involucrar a los estudiantes en el proyecto.

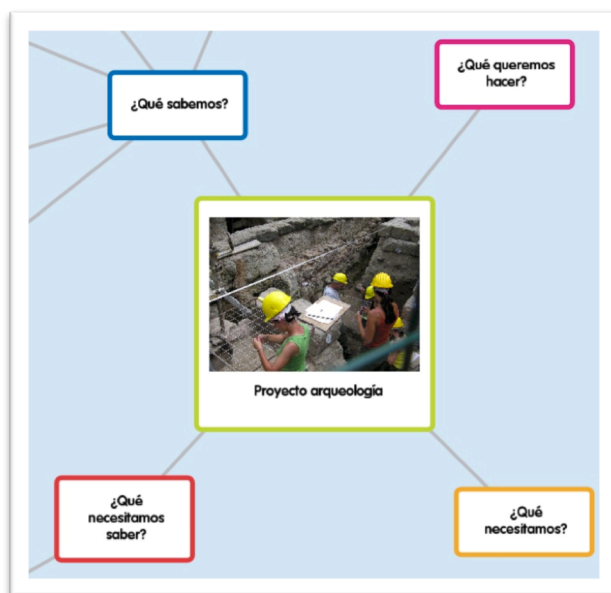


Figura 21: *Fase inicial del proyecto*

Fase 1. Investigación de una época histórica

Se forman cuatro grupos temáticos diferentes con alumnos de 5º y 6º de primaria mezclados. Los temas son: Prehistoria, Pueblos Prerromanos, Romanos y Edad Media. Dentro de cada grupo se dividen en otros cuatro grupos de expertos que tratan los siguientes temas: los pueblos; la sociedad; la cultura y el arte; los restos arqueológicos.

Fase 2. Elaborar una línea del tiempo de la época estudiada

Fase 3. Grabar un vídeo con la técnica de *Stop Motion* y dispositivos móviles.

Se emplea una metodología basada en el aprendizaje cooperativo, proyectos de investigación y aprendizaje con dispositivos móviles. Pretende que los alumnos desarrollen competencias para el trabajo en equipo desde la responsabilidad y creatividad personal.




Descripción	Recursos
Nivel/Área	Dispositivos móviles: iPads y iPods Touch
Metodología	Google Site del proyecto completo.
Recursos	Canal de Youtube
Evaluación	iMac con iMovie para el montaje del vídeo
	
	Apps utilizadas:
	
	Popplet: Aplicación para desarrollar mapas mentales y organizar la información.
	
	StopMotion Café: Para grabar y realizar películas en StopMotion

Figura 22: Recursos móviles utilizados en el proyecto

3.3.7 – *Waves school radio - TV*

El Departamento de Inglés del colegio San Diego y San Vicente ha diseñado una experiencia de aprendizaje móvil para los alumnos de EIP (Educación Infantil y Primaria). Un proyecto en el que los estudiantes emplean la lengua inglesa como medio para comunicarse. Con ese fin, han desarrollado una radio-TV llamada Waves, donde los alumnos comparten sus inquietudes y aprendizaje con el resto de compañeros del centro (Santiso y Serra, 2013).

El proyecto Waves ha sido galardonado con el XXIX Premio Giner de los Ríos a la mejora de la calidad educativa que concede el Ministerio de Educación Cultura y Deporte conjuntamente con la fundación BBVA.



Figura 23: *Radio – TV Waves*

Enlace: <http://sandiegoysanvicente.com/waves/>

El principal objetivo del proyecto es: motivar a los alumnos para que integren la lengua extranjera en su rutina diaria de una manera transversal y global, compartiendo sus experiencias con sus compañeros, profesores y familias.

Fase 1. Elección

En la primera fase, los alumnos trabajan de forma cooperativa y escogen la sección de la plataforma en la que van a contribuir. Deben elegir entre realizar:

- una grabación de audio para la radio (*Waves radio*)
- un video para la televisión (*Waves TV*)
- un cuento interactivo (*Storytelling*)
- una noticia gráfica (*Breaking news*)

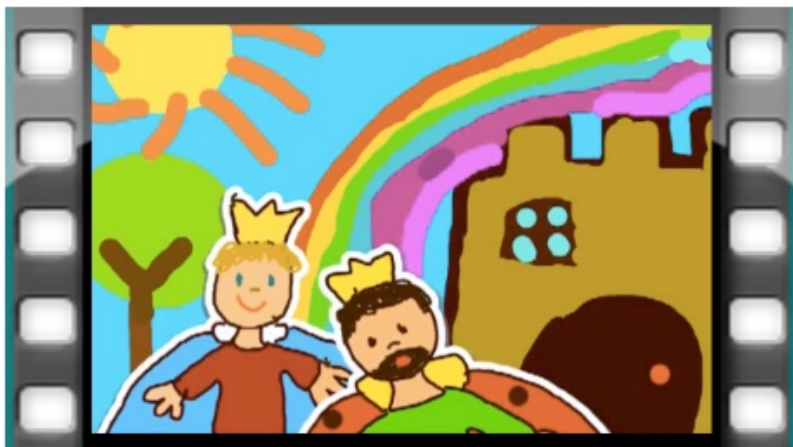


Figura 24: Video cuento interactivo, sección Storytelling del proyecto Waves

Enlace: <http://sandiegoysanvicente.com/waves/category/storytelling/>

Fase 2. Producción

En esta fase, los alumnos se ponen de acuerdo y elaboran un texto, guión o cuento. Éste puede estar relacionado con contenidos trabajados en clase, eventos del colegio, fiestas, días relacionados con la cultura anglosajona o un tema que les interese.

Fase 3. Edición

La tercera fase es la que más motiva a los alumnos, ya trabajan con las aplicaciones móviles para generar su artefacto digital.



Figura 25: Apps utilizadas en el proyecto Waves

Fase 4. Publicación

En esta última fase, los alumnos, con la ayuda del profesor, suben sus trabajos a la plataforma. En esta fase, la figura del profesor es clave, por ser la persona autorizada para publicar en el blog.

3.3.8 – Ecogymkana

El proyecto “EcoGymkana, por un mundo sostenible” nace con el objetivo de potenciar de forma lúdica un modelo de vida más sostenible y respetuoso con el medio ambiente. Con motivo del año Internacional de la Energía Sostenible, catorce alumnos de 4º de ESO han diseñado y dinamizado una gymkana adaptada a tabletas y dispositivos móviles. Más de quinientos alumnos del colegio San Diego y San Vicente de Madrid, con edades comprendidas entre los seis y los dieciocho años, participaron en la EcoGymkana realizando las pruebas interactivas digitales (puzles, juegos de cartas, sopas de letras, etc.) diseñadas por sus compañeros de 4ºESO (López y Poyatos, 2012).



Figura 26: Ecogymkana con códigos QR



Figura 27: Actividades interactivas del proyecto Ecogymkana

Los alumnos son los principales protagonistas de este proyecto utilizando los conocimientos adquiridos mediante un aprendizaje activo y significativo. Con ello, no solo aprenden los contenidos curriculares, sino que desarrollan otras habilidades como: búsqueda de información, síntesis de contenidos, emisión de juicios críticos, trabajo en equipo, fotografía digital, diseño gráfico, elaboración de páginas, actividades interactivas, utilización de tabletas y códigos QR como medio de acceso al conocimiento...

Los juegos interactivos estaban insertados en un blog de aula. La dirección URL de las actividades están codificadas dentro de un código QR. Los códigos QR están repartidos por todo el colegio.



Figura 28: Actividades interactivas del proyecto Ecogymkana

4 – Metodología

4.1 - Enfoque metodológico

El planteamiento metodológico de este estudio ha sido diseñado con tres objetivos:

- Documentar la teoría en materia de pedagogía, psicología y educación para comprender los procesos de enseñanza-aprendizaje, desde perspectivas tradicionales y contemporáneas.
- Describir el impacto de la tecnología (especialmente la móvil) en el modelo actual de construcción de la cultura, el conocimiento y los procesos formativos.
- Llevar a cabo un trabajo de campo con el fin de analizar el comportamiento de un grupo de alumnos ante una nueva propuesta de aprendizaje que incorpora tecnología móvil.

El enfoque adoptado es analítico cualitativo, pero añadiendo un enfoque cuantitativo, con la consulta de fuentes e informes del uso de la tecnología en el momento actual, que completan la descripción de los jóvenes de hoy. Además, se han recogido datos en el trabajo de campo, que permiten hacer una descripción con mayor riqueza informativa.

El proceso de construcción de esta investigación no ha sido lineal, sino que partiendo de la experiencia docente, se ha llegado al análisis de la literatura educativa, que ha revertido en la práctica, para posteriormente ir elaborando un constructo teórico. Se ha dado un proceso constante de retroalimentación entre teoría y práctica. Un proyecto tesis requiere una conceptualización y estructuración de los procesos, de ahí su resultado lineal.

4.2 - Proceso teórico-analítico

La fase inicial planteada en este proyecto se ha centrado en llevar a cabo un proceso de investigación bibliográfica y documental. Se ha elaborado una base teórica como fundamento para de las acciones pedagógicas y didácticas que se han realizado en el proceso de experimentación en el aula. En el estudio bibliográfico se ha recurrido a tres pilares fundamentales: teorías psicopedagógicas del aprendizaje, didáctica de las ciencias experimentales e incorporación de las nuevas tecnologías a la educación.

En la segunda parte se ha procedido a una aproximación teórica desde una perspectiva analítico-crítica, acerca del nuevo entorno cultural, social y escolar, influido por el desarrollo de la tecnología móvil. La experiencia con los alumnos y las nuevas tecnologías ha llevado a un intento de desarrollar un constructo teórico de la situación socio tecnológica actual, además de propugnar un nuevo paradigma educativo en torno al aprendizaje en la sociedad conectada.

La convergencia de la teoría con el análisis de la realidad del alumnado, tanto a nivel micro (observación en el aula), como macro (análisis de la realidad “tecnosocial”), ha suscitado la necesidad de experimentar cómo incide la incorporación de tecnología con un enfoque metodológico orientado a la autorregulación del aprendizaje en el alumnado de la era digital. Esto ha propiciado el diseño de un plan de investigación-acción en el aula.

La experiencia en el aula se describirá en dos grandes fases que derivan de la investigación-acción en un proceso continuo:

I. Etapa I: Proceso previo de investigación-acción.

Esta etapa corresponde a los cursos académicos comprendidos entre el año 2010-2013, durante lo cuales, se realizó una experiencia de aprendizaje en contextos reales, introduciendo progresivamente herramientas tecnológicas.

II. Etapa II: Implementación de dispositivos móviles, estudio comparativo de grupos.

Durante esta etapa se llevó a cabo la realización de una experiencia de aprendizaje en torno a los principios de la cinemática a través de proyectos, usando dispositivos móviles. La propuesta se implementa en 103 alumnos de 3º y 4º de la ESO del mismo centro educativo.

1) Fase I: diseño:

- Diseño del contexto de investigación
- Diseño de experiencia didáctica

2) Fase II: Implementación:

- Pre-test
- Experiencias para el alumnado de inmersión
- Experiencia en contexto real: parque de atracciones

- Fase de elaboración de informes
 - Exposición de resultados
- 3) Fase III: Test y pruebas post-proyecto
 - 4) Fase IV: Interpretación y conclusiones

De la práctica docente e investigadora, he recogido el impacto de innovaciones tecnológicas y metodológicas en el aprendizaje del alumnado. Este proyecto ha sido la base para el desarrollo de una experiencia sistematizada con tecnología móvil, como se verá en la segunda etapa y sus correspondientes fases. El constructo teórico-práctico de esta tesis se sustenta en las modificaciones incorporadas en la segunda etapa, el análisis profundo de las mismas, la comparativa de resultados y la obtención de conclusiones.

4.3 – Etapa I: investigación -acción

El diseño de este trabajo experimental en esta etapa se enmarca en el modelo de Investigación-acción (término acuñado por Lewis en 1944), de modo que se da un proceso constante de participación y de retroalimentación entre teoría y práctica. Este método de estudio es fundamentalmente cualitativo y tiene la finalidad de obtener resultados útiles y fiables para incidir en una situación concreta. Durante el proceso de desarrollo de este proyecto, el objetivo fundamental ha estado encaminado a modificar los procesos educativos en torno al aprendizaje de las ciencias y hacer una reflexión sobre la acción. Esta reflexión acción permitió el desarrollo de la experiencia de partida, buscando nuevas posibilidades didácticas y tecnológicas.

En el Curso académico 2010-2011 se lleva a cabo la primera experiencia de aprendizaje de física en el parque de atracciones, siguiendo el programa propuesto por el parque en su aula de física. Cada alumno, de forma individual, completaba un cuadernillo con una serie de actividades para completar con los conocimientos adquiridos en la visita. Se iniciaba la actividad con una breve explicación de las fuerzas y sensaciones de cada una de las atracciones. Posteriormente, los alumnos experimentaban en cada atracción. Tras la experiencia resolvían los ejercicios.



Figura 29: programa aulas de física del parque de atracciones

Enlace: <http://parquedeatracciones.es/colegios-y-aula-de-fisica>

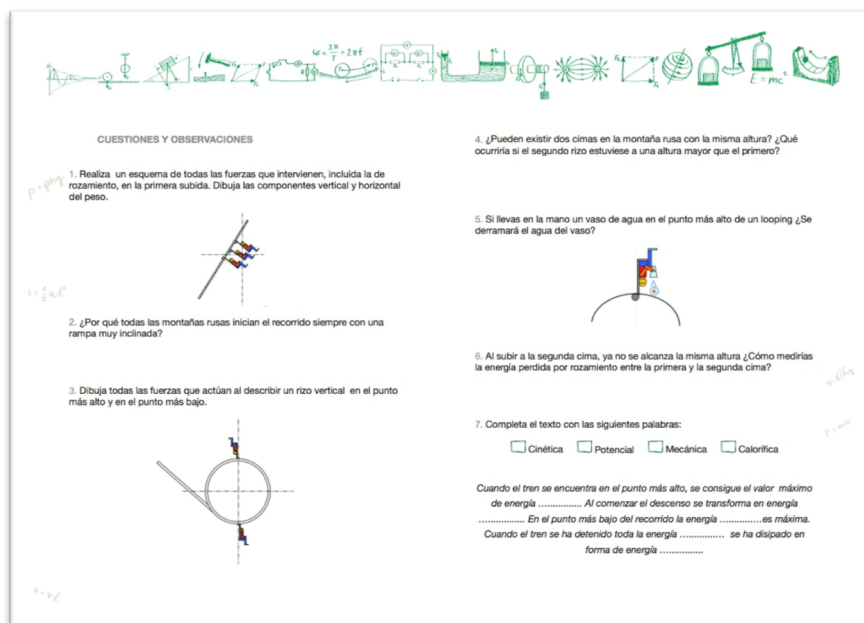


Figura 30: Cuadernillo de ejercicios del aula de física del parque de atracciones

Enlace: <http://parquedeatracciones.es/sites/default/files/schools/preguntas.pdf>

Durante el curso académico 2011-2012 se lleva a cabo la experiencia por segunda vez, con incorporaciones metodológicas derivadas de la reformulación tras la experiencia del año anterior. La primera modificación introducida fue agrupar a los alumnos en equipos de trabajo cooperativo y desarrollar un informe de la experiencia usando herramientas colaborativas de la web 2.0 y no completar, únicamente, un cuadernillo de actividades.

Como se puede ver en el proceso, la investigación-acción educativa está orientada a la descripción de los procesos formativos, y puede tener diversas finalidades: reformular la práctica docente, mejorar el currículo, establecer sistemas óptimos de programación y diseño, perfeccionar los planes de estudio o tomar decisiones sobre políticas educativas. Para Bartolomé (1988) la investigación-acción es un proceso reflexivo que vincula dinámicamente la investigación, la acción y la formación, realizada por profesionales de las ciencias sociales, acerca de su propia práctica.

La metodología de trabajo se construye en ciclos de acción-reflexión: se reflexiona sobre la práctica, se diseñan acciones, se introducen cambios y se reinicia el proceso, con el fin de modificar la acción docente. Como proceso de cambio, la investigación-acción pretende construir y formular alternativas de acción. La comprensión de la realidad educativa se orienta a mejorar las prácticas. No se limita a mejorar un conocimiento y juicio práctico, sino que va más allá de sus posibilidades crítico-interpretativas: la investigación está comprometida en la transformación de las prácticas colectivas (Latorre, 2003).

En este sentido, todo el proceso de diseño, implementación, recogida y autoevaluación docente ha permitido el desarrollo de esta investigación al ir incorporando nuevos elementos al proceso de enseñanza-aprendizaje para mejorar la comprensión del alumnado, lo que permitió desarrollar de forma óptima la segunda etapa de la investigación, en la que se integraron los dispositivos móviles.

4.4 - Etapa II:

Durante el curso académico 2012-2013, se realiza una reformulación de la actividad de aprendizaje en el parque de atracciones y se lleva a cabo una propuesta de aprendizaje basada en problemas en contextos reales (Parque de Atracciones) usando dispositivos móviles.

Esta etapa de la investigación describe el proceso de diseño, implementación y evaluación de resultados que permitieran comprobar las hipótesis surgidas en la reflexión sobre las prácticas anteriores.

4.4.1 – Fase I: Diseño

4.4.1.1 Diseño del contexto de investigación.

Tras el proceso de investigación-acción-reflexión, se aplica un modelo metodológico experimental. Para ello, se diseña una experiencia de aprendizaje incorporando dispositivos móviles.

En la muestra participaron:

Tabla 1: *Distribución de los grupos que participaron en el proyecto*

	Curso	Nº de alumnos
Clase 1	3ºESO	20
Clase 2	3ºESO	19
Clase 3	3ºDiversificación curricular	13
Clase 4	4ºESO	21
Clase 5	4ºESO	20
Clase 6	4ºDiversificación curricular	10

Para comprobar el impacto de la tecnología móvil en el aprendizaje se creó un grupo control. Se efectuó la distribución de los estudiantes en grupos equivalentes. El método de organización fue al azar. Aleatoriamente, se distribuyó la tecnología, habiendo clases que disponían de ésta, y otras que deberían afrontar las tareas sin dispositivos móviles. De esta manera, se realizó una comparativa entre el proceso y resultado de cada grupo de estudiantes.

Tabla 2: *Número de alumnos con y sin tecnología*

	Nº de alumnos
Con tecnología	51
Sin tecnología	52

Clases con tecnología móvil

En las clases que utilizaron tecnología móvil los equipos contaron con un iPad, un iPod y una tableta BQ Kepler. A parte de la tecnología facilitada, los estudiantes utilizaron sus propios dispositivos móviles siguiendo un modelo BYOD (*Bring Your Own Device*).

Tabla 3: *Distribución de la tecnología móvil en la clase 1 (3ºESO)*

EQUIPO	Nº ALUMNOS	TECNOLOGÍA MÓVIL
Equipo 1	4	1iPad, 1tableta BQ y 1iPod
Equipo 2	4	1iPad, 1tableta BQ y 1iPod
Equipo 3	4	1iPad, 1tableta BQ y 1iPod
Equipo 4	4	1iPad, 1tableta BQ y 1iPod
Equipo 5	4	1iPad, 1tableta BQ y 1iPod

Tabla 4: *Distribución de la tecnología móvil en la clase 4 (4ºESO)*

EQUIPO	Nº ALUMNOS	TECNOLOGÍA MÓVIL
Equipo 6	4	1iPad, 1tableta BQ y 1iPod
Equipo 7	4	1iPad, 1tableta BQ y 1iPod
Equipo 8	4	1iPad, 1tableta BQ y 1iPod
Equipo 9	4	1iPad, 1tableta BQ y 1iPod
Equipo 10	5	1iPad, 1tableta BQ y 1iPod

Tabla 5: *Distribución de la tecnología móvil en la clase 6 (4º Diversificación curricular)*

EQUIPO	Nº ALUMNOS	TECNOLOGÍA MÓVIL
Equipo 11	5	1iPad, 1tableta BQ y 1iPod
Equipo 12	5	1iPad, 1tableta BQ y 1iPod

Clases sin tecnología móvil

Los grupos cooperativos de las clases que trabajan sin dispositivos móviles tienen que resolver problemas de física contextualizados sin tecnología móvil.

Tabla 6: *Distribución de equipos en la clase 2 (3ºESO)*

EQUIPO	Nº ALUMNOS
Equipo 13	4
Equipo 14	5
Equipo 15	5
Equipo 16	5

Tabla 7: *Distribución de la tecnología móvil en la clase 3 (3º Diversificación curricular)*

EQUIPO	Nº ALUMNOS
Equipo 17	4
Equipo 18	4
Equipo 19	5

Tabla 8: *Distribución de equipos en la clase 5 (4ºESO)*

EQUIPO	Nº ALUMNOS
Equipo 20	4
Equipo 21	4
Equipo 22	4
Equipo 23	4
Equipo 24	4

4.4.1.2 Diseño de la experiencia didáctica

Esta experiencia tiene como principal reto que los alumnos descubran los principios fundamentales físicos en su entorno más próximo. El proyecto se basa en la aplicación práctica del método científico. Los alumnos deben observar, plantearse problemas, formular hipótesis, diseñar procedimientos experimentales, experimentar, tomar datos, estimar, calcular, representar y analizar los resultados, descartar hipótesis no validadas, establecer sus propias conclusiones y defenderlas mediante una exposición oral al resto de sus compañeros.



Figura 31: *física en movimiento*

Los **objetivos** están programados en base en el currículo oficial de ESO de la CAM, Decreto 23/2007, de 10 de mayo.

- Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, así como comunicar a otros argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia. Interpretar y construir, a partir de datos experimentales, mapas, diagramas, gráficas y tablas.
- Interpretar y formular los principios físicos y químicos, a través de expresiones matemáticas sencillas.
- Aplicar, en la resolución de problemas, estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como la discusión del interés de los problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales, el análisis de resultados.
- Aplicar correctamente las principales ecuaciones, explicando las diferencias fundamentales de los movimientos MRU, MRUA y MCU.
- Identificar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo.
- Aplicar de forma correcta el Principio de conservación de la energía en el ámbito de la mecánica.

Criterios de evaluación:

- Formula hipótesis relacionando las variables con los posibles resultados.
- Representa la trayectoria utilizando un sistema de referencia
- Clasifica diferentes tipos de movimiento en función de su trayectoria
- Representa el vector velocidad en algún punto de la trayectoria de un móvil utilizando un sistema de referencia
- Clasifica diferentes tipos de movimiento en función de su velocidad
- Comprende el concepto de velocidad instantánea y lo diferencia del de velocidad media
- Determina el valor de la velocidad a partir de las gráficas S-t y V-t en movimientos rectilíneos
- Expresa correctamente las unidades de la velocidad en SI
- Determina el valor de la aceleración a partir de la gráfica V-t en movimientos rectilíneos
- Diseña y resuelve experiencias sencillas de MRU
- Diseña y resuelve experiencias sencillas de MRUA
- Interpreta los resultados obtenidos a partir de gráficas S-t y V-t
- Interpreta los resultados obtenidos a partir de tablas S-t y V-t

Contenidos curriculares:

- Introducción al trabajo experimental.
- Iniciación al estudio del movimiento.
- Las fuerzas y el movimiento.
- Trabajo, potencia y energía mecánica.

Competencias básicas:

- 1) Lingüística.
- 2) Matemática.
- 3) Conocimiento y la interacción con el mundo físico.
- 4) Tratamiento de la información y competencia digital.
- 5) Social y ciudadana.
- 6) Cultural y artística.
- 7) Aprender a aprender.
- 8) Autonomía e iniciativa personal.

Temporalización:



4.4.2 – Fase II: Implementación

4.4.2.1 – Pre-test

Antes de comenzar el proyecto se entrega a los estudiantes un cuestionario de valoración inicial (**ficha 1*).

4.4.2.2 –Experiencias para el alumnado de inmersión

Se inicia el proyecto con las distintas clases de 3º y 4º de ESO. Los objetivos de este tramo inicial del proyecto son: dar a conocer el proyecto a los alumnos y realizar una investigación y experimentación previa a la visita al parque de atracciones.

Se utiliza una metodología PBL (Problem Based Learning). Se distribuyen las clases en agrupaciones cooperativas formales, de manera aleatoria, mediante la aplicación web: “*Team Maker*” - <http://chir.ag/projects/team-maker/>

En la primera sesión, se presenta a los estudiantes la gran pregunta que servirá de hilo conductor y reto del proyecto: ¿Cómo funcionan las atracciones del parque de atracciones? Mediante la técnica “qué sabemos, qué necesitamos saber”, se realiza una evaluación inicial cualitativa que permite detectar los conocimientos previos del alumnado e identificar las necesidades de aprendizaje. Tras la evaluación inicial, los estudiantes buscan, analizan, contrastan y sintetizan la información necesaria para resolver el reto planteado.

Durante la segunda sesión se proporciona a los estudiantes que utilizan tecnología móvil información sobre SPARKvue, Sktich y Videophysics. Todos los alumnos, con o sin tecnología móvil, realizan la primera actividad de inmersión. Experimentan e investigan en el patio del colegio la cinemática y la dinámica. Diseñan sus propios experimentos (caída libre, lanzamiento de un penalti, carrera 100m, etc.). Toman las primeras medidas y recogen los datos en tablas.

La tercera sesión es muy similar a la segunda, lo único que cambia es el escenario de aprendizaje. Los alumnos diseñan y completan experiencias en su entorno más próximo (escaleras mecánicas del metro, autobús, ascensores, etc.).

4.4.2.3 –Experiencias para el alumnado de inmersión

Investigación de campo en el parque de atracciones, donde los estudiantes intentan solucionar la pregunta conductora del proyecto. Durante la visita, los alumnos diseñan sus experimentos, emiten sus hipótesis, identifican variables, realizan medidas y recogen datos que posteriormente analizarán.

En la actividad del parque los estudiantes han de resolver dos problemas contextualizados obligatorios:

- La lanzadera: en esta atracción los estudiantes tienen que identificar y estudiar el MRU (Movimiento Rectilíneo Uniforme) durante el tramo de subida, la caída libre en un segundo tramo y MRUD (Movimiento Rectilíneo Uniformemente Decelerado).

-
- Las sillas voladoras o el tiovivo: en cualquiera de estas dos atracciones los estudiantes investigan el MCU (Movimiento Circular Uniforme).

Los problemas mencionados anteriormente son obligatorios, no obstante, los estudiantes pueden resolver otros voluntarios: la máquina, la tarántula o el abismo.

4.4.2.4 – Elaboración de informes

Esta fase del proyecto es la más larga, dura nueve sesiones. En ella, los equipos cooperativos se planifican y distribuyen el tiempo para realizar cálculos, representar los datos en gráficas y tablas, analizarlos y publicar un informe de resultados.

Los estudiantes que utilizan dispositivos móviles pueden entregar el informe en formato blog u hoja de cálculo.

Los alumnos que no trabajan con dispositivos móviles entregan el informe de resultados en folios.

En esta fase los estudiantes también preparan la exposición final de las investigaciones que han llevado a cabo.

4.4.2.5 – Exposición de resultados

Los estudiantes exponen a sus compañeros las conclusiones extraídas de la investigación y experimentación.

4.4.3 – Fase III: Test y pruebas post-proyecto

La recogida de información para las conclusiones se llevó a cabo a través de encuestas (**ficha 2 y 3*) y ejercicios finales(**actividad de estimación y ejercicios 1, 2 y 3*), para asegurar la objetividad de los datos recogidos y hacer un planteamiento cualitativo.

Por otro lado, los alumnos que participaron con uso de dispositivos móviles desarrollaron un diario de aprendizaje, a modo de anecdotario, con las opiniones subjetivas en los que poder recoger información cualitativa del proceso de aprendizaje con dispositivos (*figura xxx*).

4.4.4 – Fase IV: Interpretación y conclusiones

Tras el desarrollo del proyecto y la recogida de encuestas de valoración, actividades y ejercicios; se procede a la interpretación de los datos. También se realiza un análisis cualitativo de los diarios de aprendizaje de 21 alumnos de la clase 4.

4.5 – SPARKvue

4.5.1 - Características generales

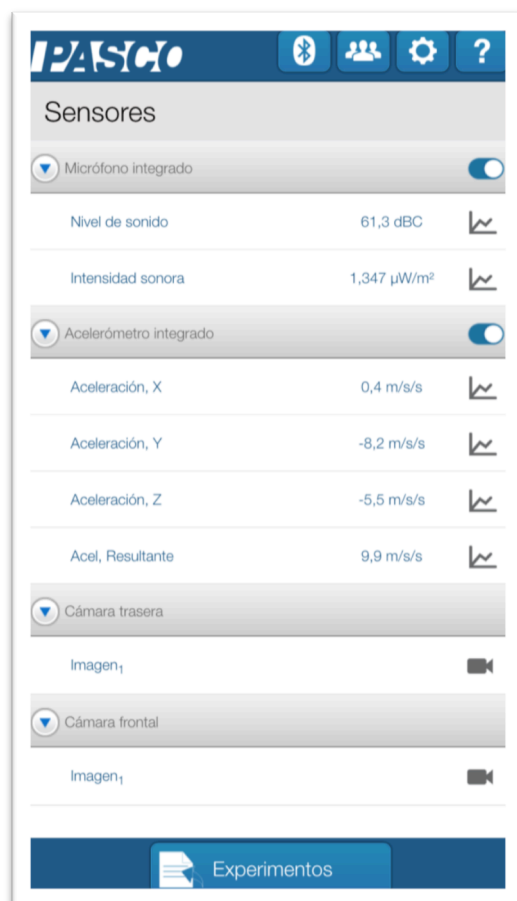


SPARKvue es una aplicación móvil que combina la recogida y monitorización de datos en tiempo real con funcionalidades de análisis de datos y herramientas multimedia. Ha sido diseñada por la empresa PASCO Scientific - <https://www.pasco.com>

Es una herramienta multiplataforma, compatible con dispositivos iOS (iPhone, iPad, iPod), Android (móviles y tabletas) y Chromebooks. Para los tres sistemas operativos está disponible gratis en sus correspondientes tiendas en línea (App Store, Google Play y Chrome Web Store).



SPARKvue se conecta a los sensores integrados en el dispositivo móvil (acelerómetro, micrófono, cámara, etc.).



También se puede conectar a sensores externos de manera inalámbrica, vía Bluetooth. El radio de acción del *bluetooth* soporta una distancia máxima de 10m.

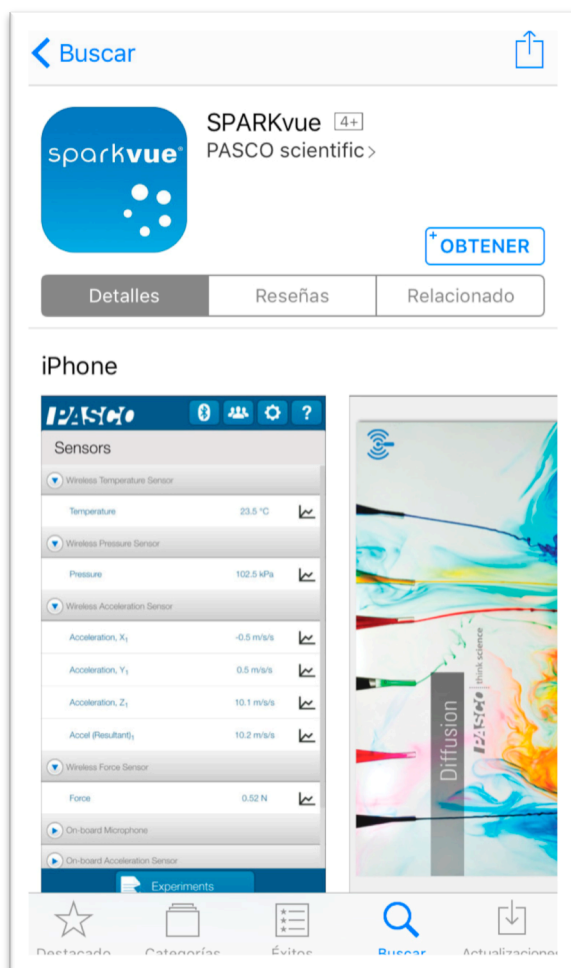
Existe una amplia gama de sensores compatibles con esta aplicación, más de ochenta: sensores de presión, de fuerza, de presión absoluta, pHmetro, de conductividad, de temperatura, de luz, etc.

Enlace al listado de sensores compatible con la aplicación SPARKvue:
<https://www.pasco.com/products/probeware/sensors/>

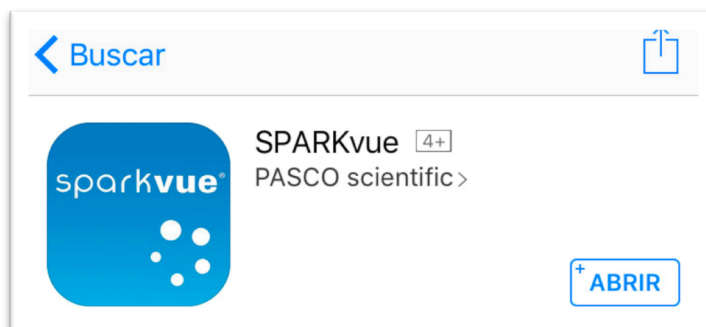
Para descargar gratuitamente SPARKvue, en un dispositivo móvil, tenemos que entrar en la tienda correspondiente al sistema operativo de nuestro dispositivo.

Enlaces de descarga SPARKvue	
iOS	https://itunes.apple.com/es/app/sparkvue/id361907181?mt=8
Android	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.isbx.pasco.Spark&hl=es_419
Chromebook	https://chrome.google.com/webstore/detail/sparkvue/iimbdmgkimpbhimdijnmiffmeefbppijo

Desde el App Store, Google Play o Chromebook Web Store pulsamos en el botón de instalación. En el caso del App Store en el botón <OBTENER>.



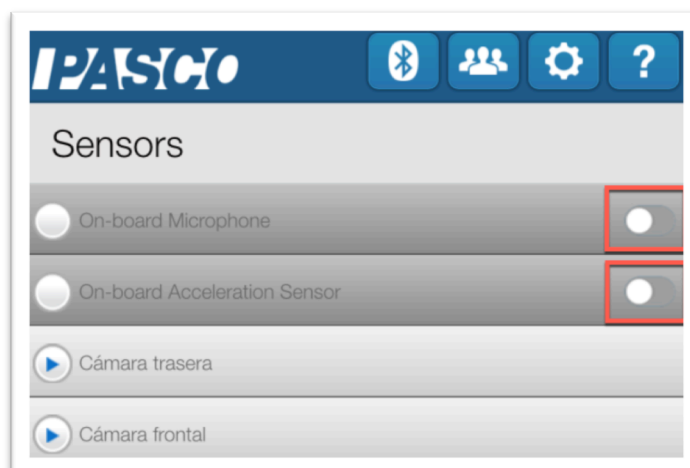
Una vez finalizado el proceso de descarga e instalación de la aplicación, aparecerá el botón de <ABRIR>.



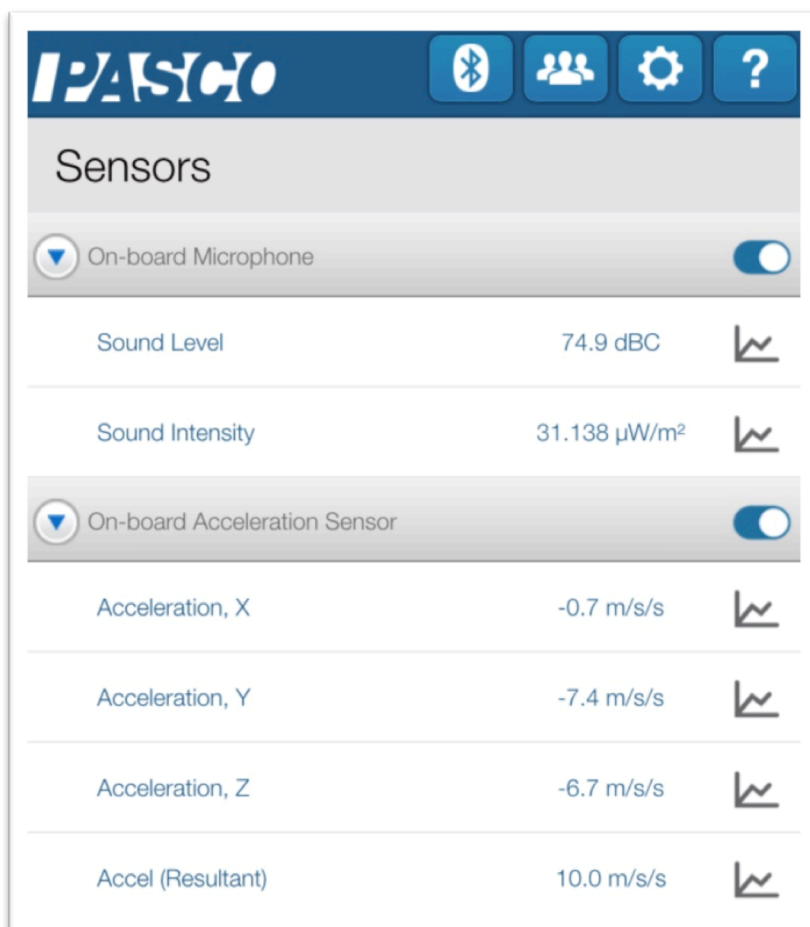
4.5.2 - Activación de sensores

4.5.2.1 - Sensores integrados del dispositivo

Para comenzar un experimento tendremos que activar los sensores del dispositivo.



Al activarlos se listarán las magnitudes que permiten medir los sensores integrados.



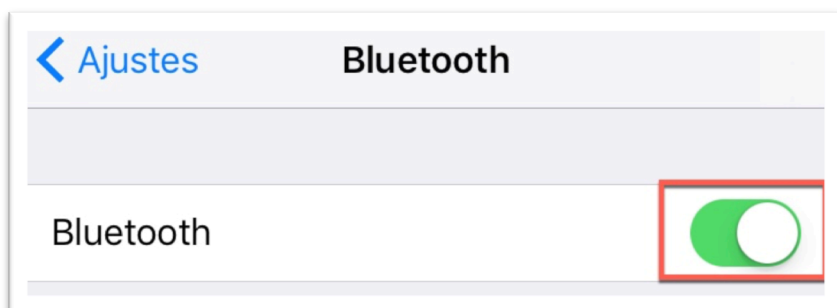
4.5.2.2 - Sensores externos

Los sensores externos se conectan a nuestro dispositivo móvil de manera inalámbrica por Bluetooth.

Al abrir la aplicación de SPARKvue aparece un mensaje recordatorio de activación del Bluetooth en nuestro teléfono o tableta.



Habilitamos el Bluetooth de nuestro dispositivo.



Existen sensores como el de fuerza, que tienen incorporado el Bluetooth en el propio sensor.



Por el contrario, hay otros sensores que no llevan el *bluetooth* de serie y por ello hay que conectarlos previamente a un PASCO Air Link.



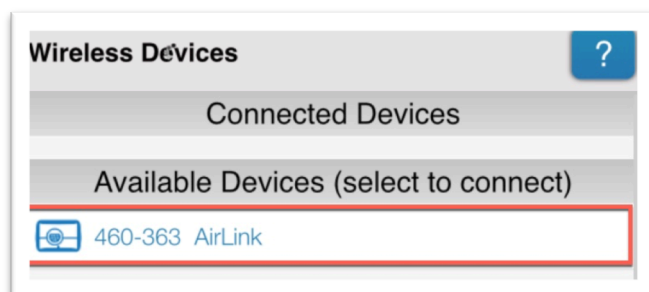
Al conectar el dispositivo PASCO Air Link al sensor le proporcionará conexión Bluetooth.



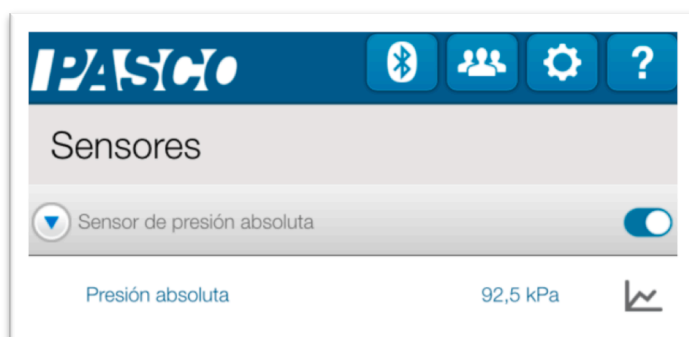
Para conectar el móvil al sensor, desde la aplicación de SPARKvue pulsamos en el botón de <Bluetooth>.



Aparecerá una ventana con el nombre del Air Link. Pulsamos sobre él para conectarnos al sensor.

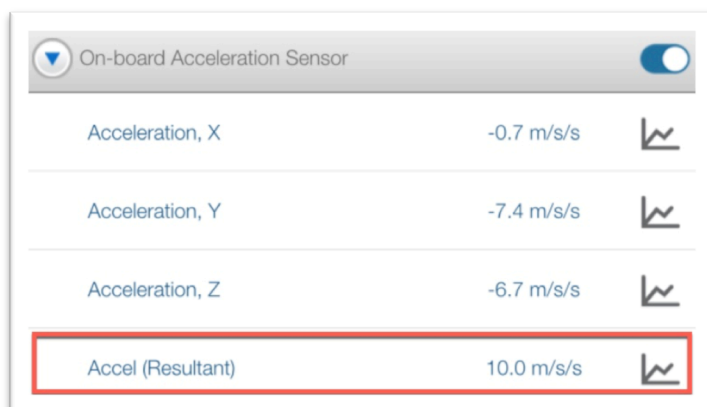



Una vez conectados ya podremos proceder a tomar medidas con el sensor conectado.



4.5.3 – Toma de datos

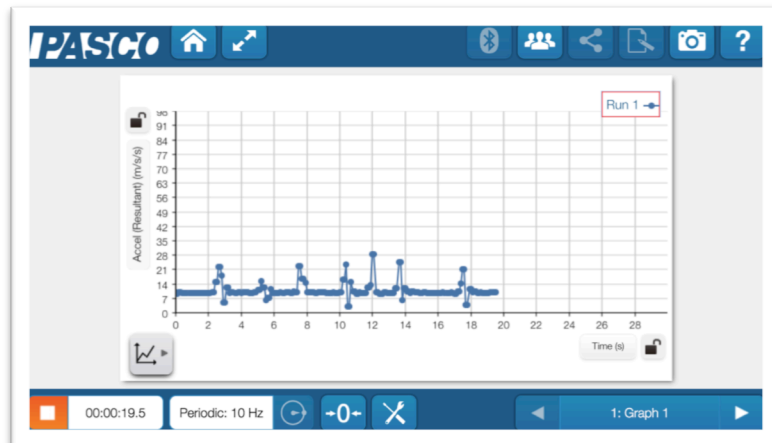
Seleccionamos qué queremos medir dentro de las opciones que ofrece cada sensor.




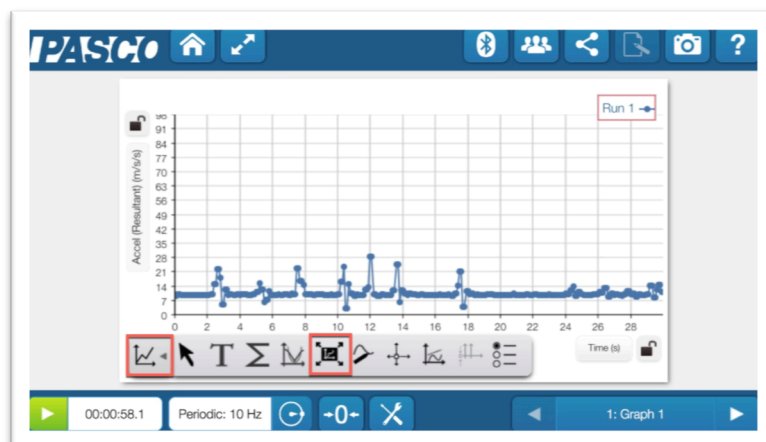
Al pulsar en el botón  SPARKvue mostrará en tiempo real los datos recogidos por el sensor que estemos utilizando.

Tiene varios modos de visualización en directo, mediante un gráfico de líneas, tabla de datos, dígitos o con el indicador.

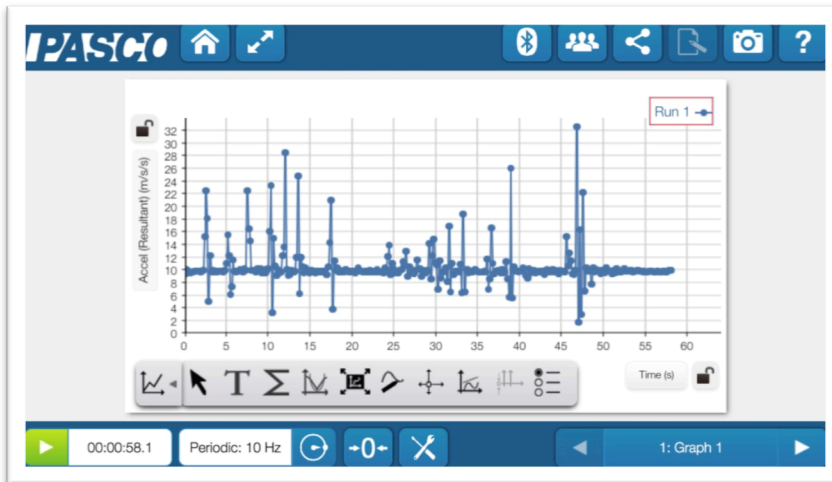
- Gráfico de líneas:



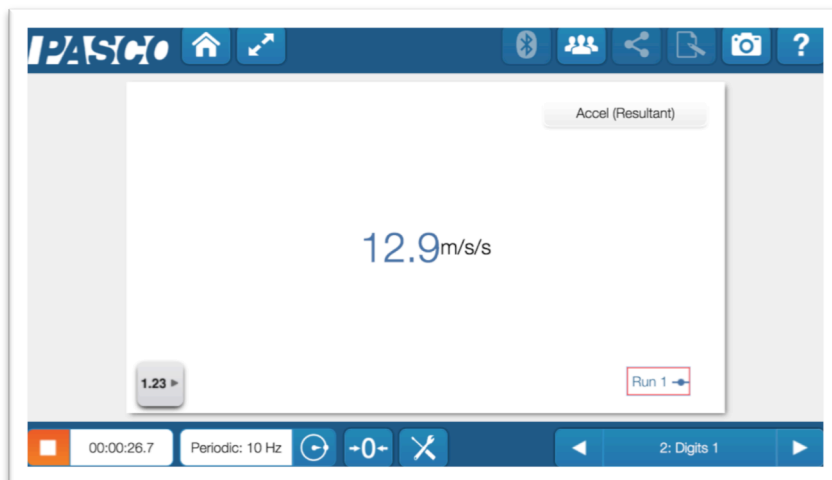
En este modo se puede ajustar la escala de nuestra gráfica de líneas automáticamente mediante la opción <Ajuste de escala>  .



Los ejes X e Y se comprimirán o expandirán dependiendo de los resultados que tengamos.



- Dígitos:




- Tabla:

	Time (s)	Accel (Resultant) (m/s/s)
364	36.300	6.9
365	36.400	8.6
366	36.500	8.6
367	36.600	16.6
368	36.700	16.6
369	36.800	11.0

- Indicador:



Al presionar sobre el botón de  se finaliza el experimento.

Una vez finalizado el experimento podemos guardarlo o hacer otra práctica superpuesta a la primera. Para esta última opción, tendremos que pulsar de nuevo el botón . Esta funcionalidad permite comparar dos o más experimentos.



4.5.4 – Análisis de datos

SPARKvue ofrece opciones muy potentes de procesamiento de datos.

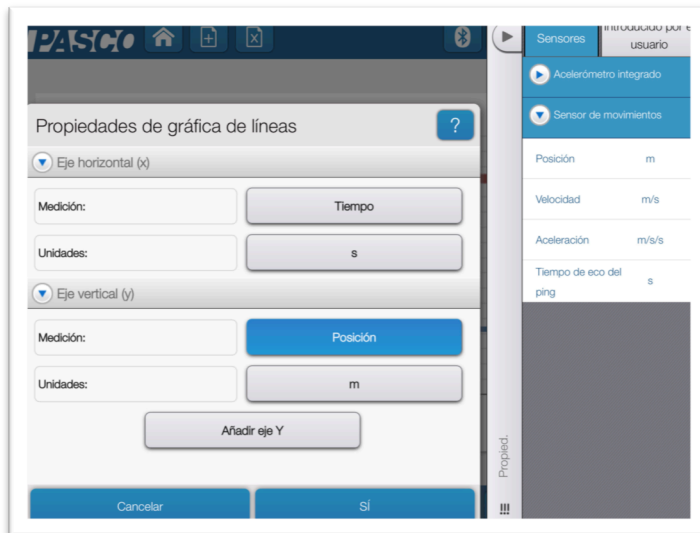
Desde el modo de visualización <Gráfica de líneas> podemos ajustar las propiedades de los ejes cambiando las unidades e incluso las magnitudes a analizar.



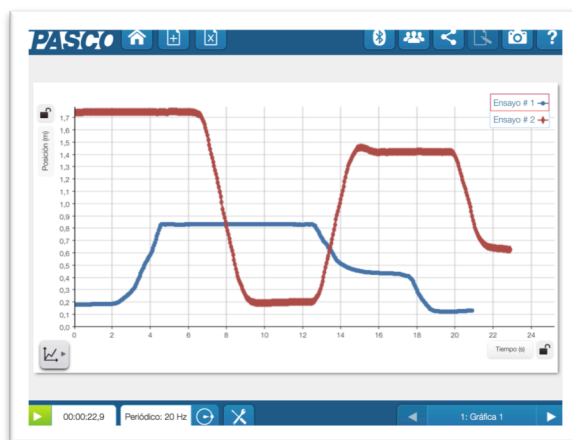
- Cambio de unidades:

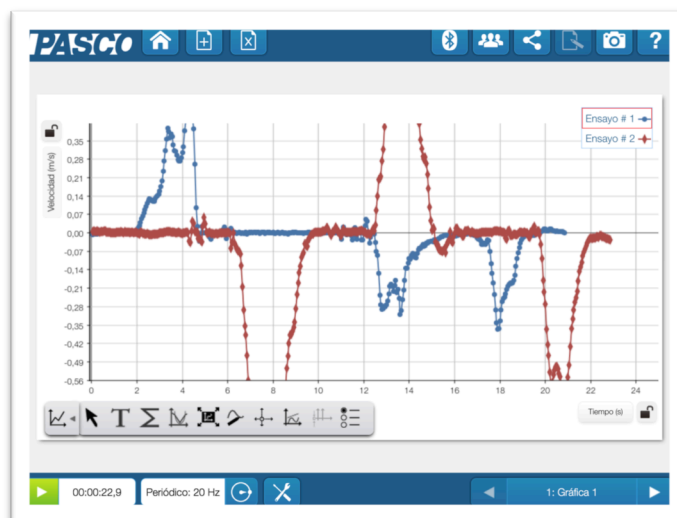


- Cambio de magnitudes

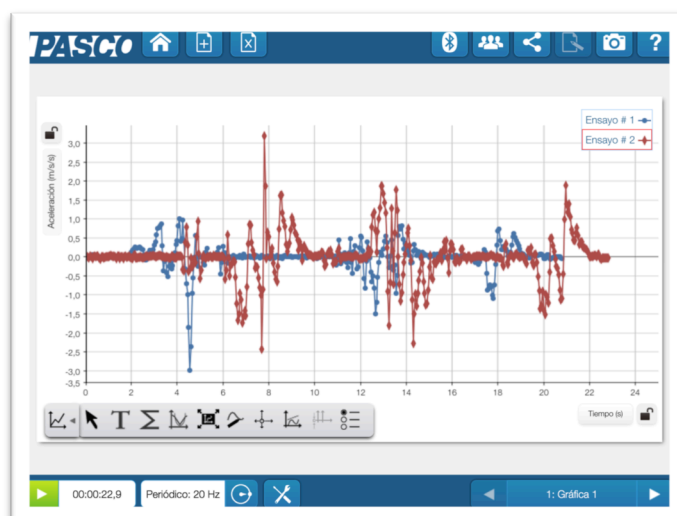


Esto permite, mediante una sola recogida de datos, analizar diferentes magnitudes y monitorizarlas con distintas unidades de medida.



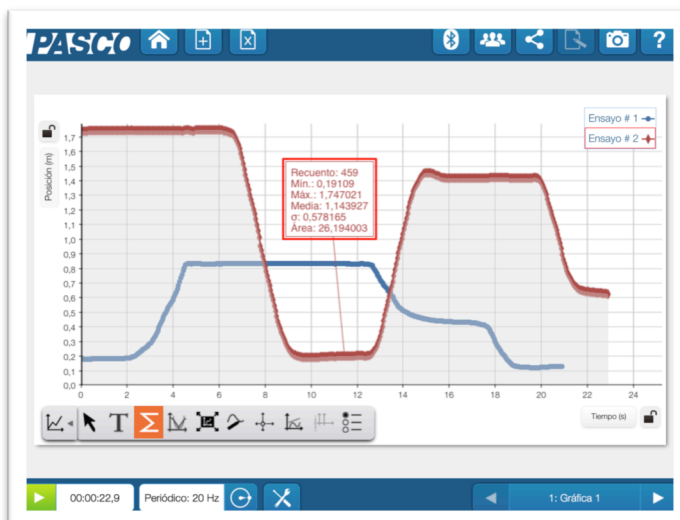


Gráfica "Velocidad – Tiempo"



Gráfica "Aceleración – Tiempo"

Gracias a la funcionalidad <Estadística> podemos visualizar el mínimo, máximo, media, desviación estándar, número de muestras y el área de la gráfica.



Para ver los datos estadísticos del otro ensayo, tenemos que pulsar sobre el icono de su serie correspondiente y volver a repetir el proceso anterior.



Gracias a la opción del <Lápiz> hacemos anotaciones manuscritas sobre los gráficos.



Con el botón de <Coordenadas> visualizamos los valores X e Y de cualquier punto de una gráfica.

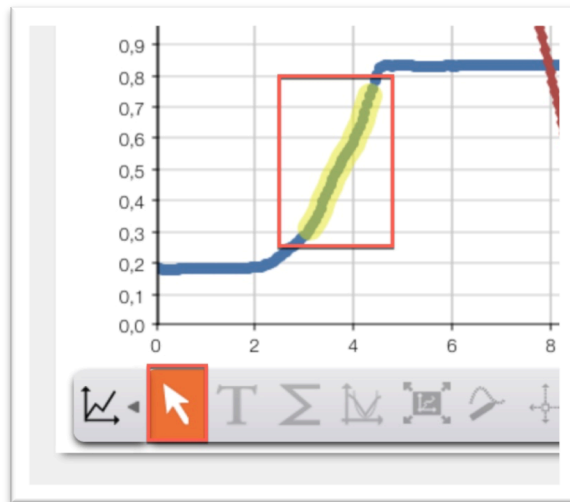


Mediante la opción <Pendiente> mostramos el valor de la pendiente en cualquier punto de la gráfica.

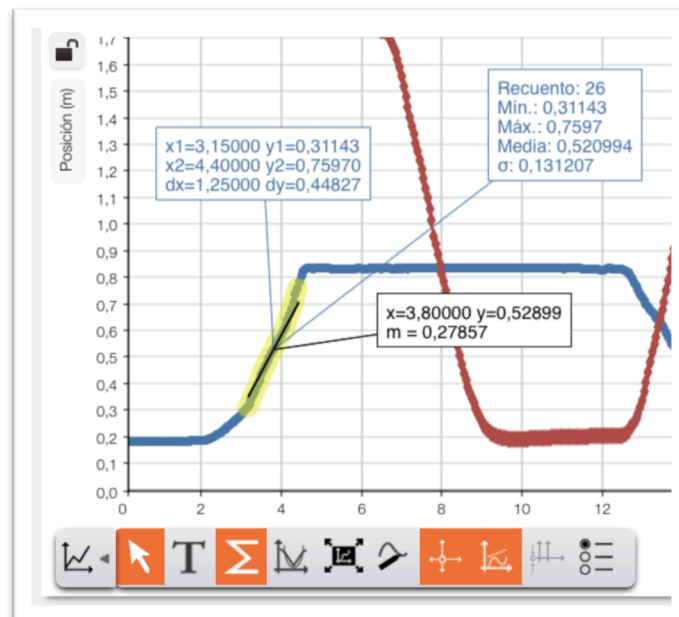


Para analizar una parte concreta del ensayo, debemos marcar previamente la sección a estudiar con la herramienta de <Selección>.





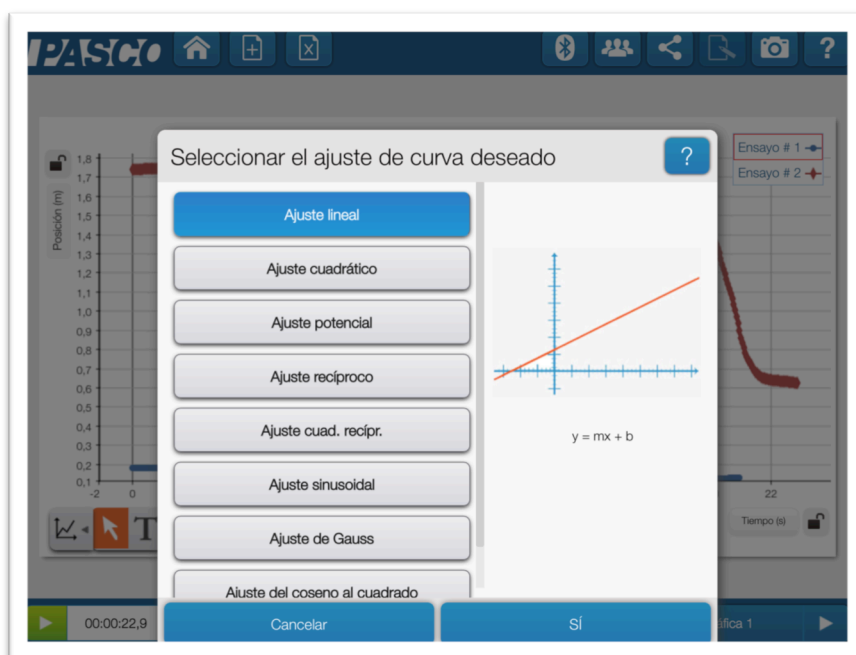
Una vez seleccionado ese tramo podemos analizar los datos estadísticos específicos de esa sección.

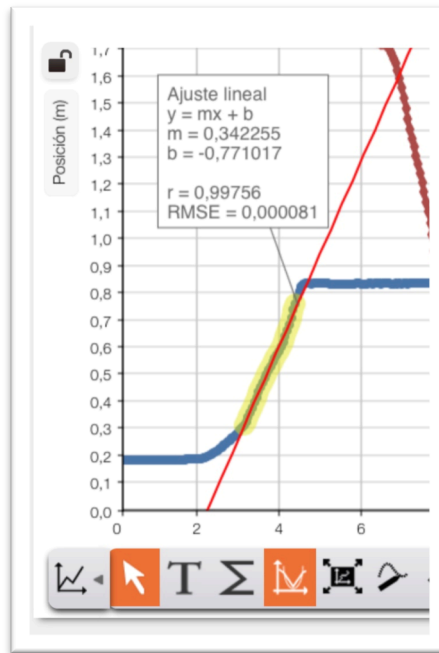


Una utilidad aplicable a la sección seleccionada es el <Ajuste de curva>, permite ajustar la función.



Ofrece ocho opciones de ajuste: lineal, cuadrático, potencial, recíproco, cuadrado recíproco, sinusoidal, de Gauss o del coseno al cuadrado





Desde el menú de administración de ensayos se pueden renombrar e incluso eliminar todos los datos de una serie.

Administrar ensayos

Eliminar

Borrar último ensayo

Borrar todos los ensayos

Borrar ensayo...

Elegir serie a eliminar

Renombrar

Renombrar serie...

Elegir serie a renombrar

Editar nombre de serie: --

Ensayo # 1

Ensayo # 2

Sair

En la tabla también podemos analizar y procesar los datos capturados por el sensor.

The screenshot shows the PASCO software interface. At the top is a blue header bar with icons for home, add, delete, Bluetooth, users, share, print, camera, and help. Below the header is a table with two columns: 'Tiempo (s)' and 'Posición (m)'. The table contains data for 'Ensayo # 2' with rows numbered 397 to 405. Below the table is a toolbar with icons for grid, cursor, zoom, and statistics. At the bottom is a status bar showing a play button, a timer at 00:00:22,9, a frequency of 20 Hz, and a button for '3: Tabla 1'.

	Tiempo (s)	Posición (m)
397	19,800	1,42
398	19,850	1,42
399	19,900	1,41
400	19,950	1,40
401	20,000	1,39
402	20,050	1,37
403	20,100	1,35
404	20,150	1,33
405	20,200	1,30

Gracias a la funcionalidad <Estadística> podemos visualizar el mínimo, máximo media, desviación estándar, número de muestras y el área de la gráfica.



The screenshot shows the software interface with a table of data. Below the table, a statistics window is open, displaying various statistical measures for the selected data. The statistics window is highlighted with a red border. Below the statistics window is a toolbar with icons for grid, cursor, zoom, and statistics.

398	19,850	1,42
399	19,900	1,41
Recuer	459	459
Min.	0,000	0,19
Máx.	22,900	1,75
Media	11,450	1,14
σ	6,632	0,58

Utilizando la funcionalidad del <Selector> seleccionamos un rango específico de datos a analizar.

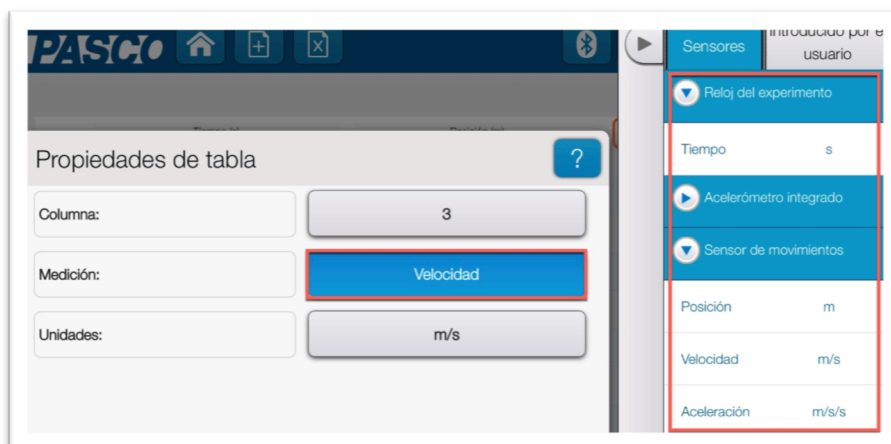


	Tiempo (s)	Posición (m)
		Ensayo # 2 +
397	19,800	1,42
398	19,850	1,42
399	19,900	1,41
400	19,950	1,40
401	20,000	1,39
402	20,050	1,37
Recuer	6	6
Min.	19,900	1,33
Máx.	20,150	1,41
Media	20,025	1,37
σ	0,094	0,03

SPARKvue permite agregar y eliminar tantas columnas como queramos a la tabla de datos.



Elegimos la magnitud a medir.



Y sus unidades de medida.



Una vez seleccionadas las magnitudes y unidades, y después de pulsar el botón de <Sí>, aparece la nueva columna en la tabla con sus correspondientes datos.

	Tiempo (s)	Posición (m)	Velocidad (m/s)
		Ensayo # 2 ↗	Ensayo # 2 ↗
164	8,150	0,72	-0,64
165	8,200	0,68	-0,65
166	8,250	0,65	-0,66
167	8,300	0,62	-0,69
168	8,350	0,58	-0,72
169	8,400	0,55	-0,75
170	8,450	0,51	-0,74
171	8,500	0,47	-0,68
172	8,550	0,44	-0,58

Una utilidad que agiliza mucho el análisis y la comparativa de datos es la de cambiar de ensayo desde las cabeceras de las columnas de la tabla.

Posición (m)	Velocidad (m/s)
Ensayo # 2 ↗	Ensayo # 1 ↗ Ensayo # 2 ↗
0,72	
0,68	-0,65
0,65	-0,66

4.5.5 – Visualización de datos

La versión de SPARKvue para tabletas Android, iPad y ChromeBooks permite generar informes interactivos.

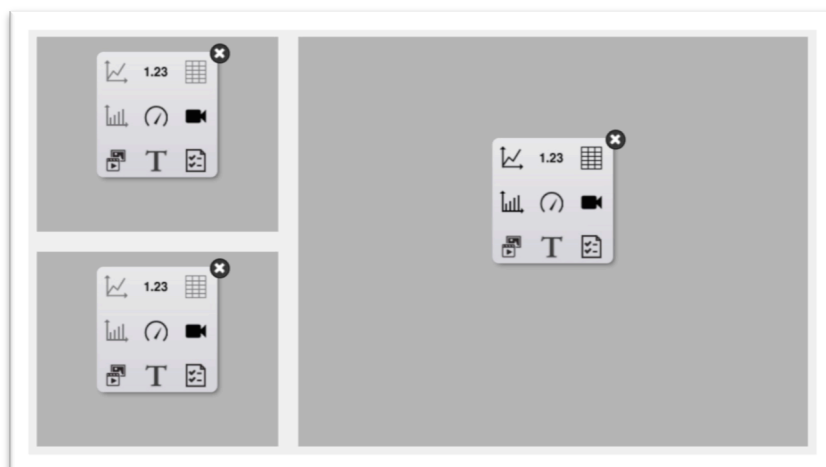
Pulsamos sobre el botón <Nuevo informe>.



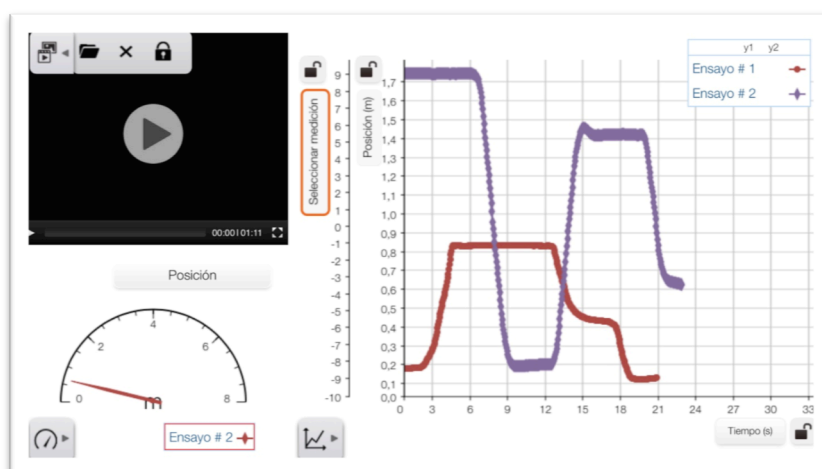
Aparece una ventana emergente, donde seleccionamos la plantilla que mejor se adapte a los resultados que queramos mostrar.



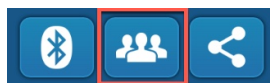
Una vez elegida la plantilla, seleccionamos qué elementos queremos mostrar en los cuadros de visualización. Las opciones son: Gráficas, mediciones, tablas de datos, grabaciones explicativas, fotografías y vídeos del carrete, anotaciones y tests interactivos.



Ejemplo de informe interactivo de visualización de datos:



Mediante la opción de <Clase> se pueden emitir sesiones en directo.



Formulario de inicio de sesión:

Iniciar una sesión [?]

Su nombre:

Nombre de sesión:

Elegir un laboratorio: **Seleccionar SPARKlab**

¿Esto es una sesión guiada? ☐ **Si**

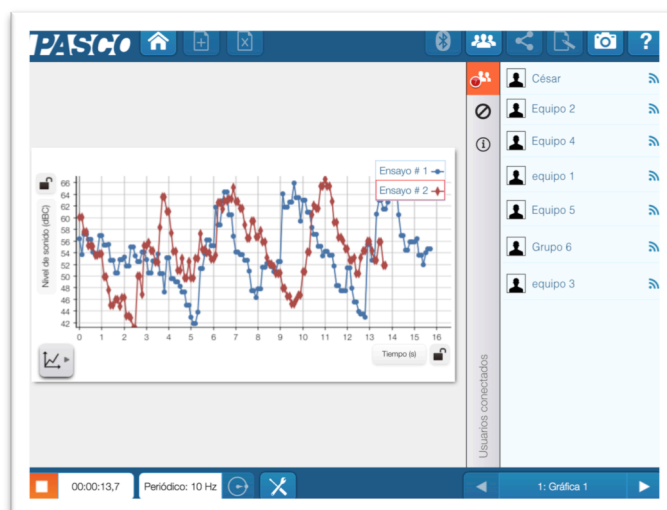
Configuración de red

Dirección del servidor: **Mi dispositivo**

Port:

Cancelar **Si**

Los dispositivos que estén conectados al equipo emisor recibirán mediciones y demostraciones en vivo.



4.6 –VideoPhysics

4.6.1 - Características generales



Vernier Video Physics es una aplicación móvil para capturar y analizar movimientos. Permite registrar la trayectoria de objetos en movimiento, mostrar su velocidad y posición en los ejes X e Y. Ha sido diseñada por la empresa Vernier Software - <https://www.vernier.com/>

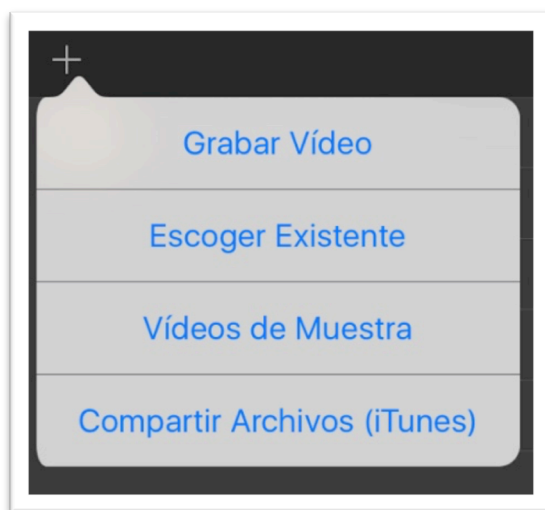
Video Physics es compatible con dispositivos iOS (iPhone, iPad, iPod).



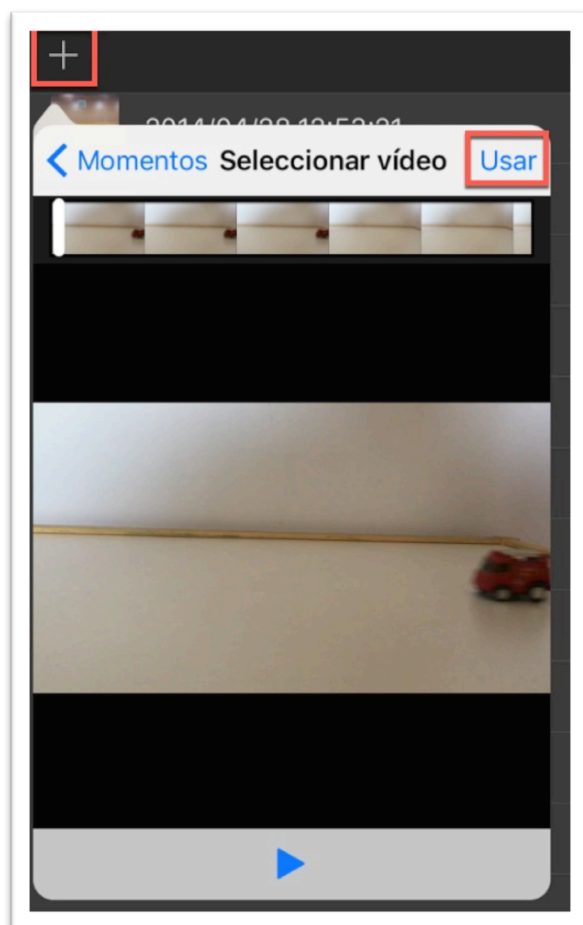
Video Physics solo funciona en dispositivos iOS. Para descargar e instalar esta aplicación debemos hacerlo desde la tienda AppStore de Apple:
<https://itunes.apple.com/es/app/vernier-video-physics/id389784247>

4.6.2 – Toma de datos

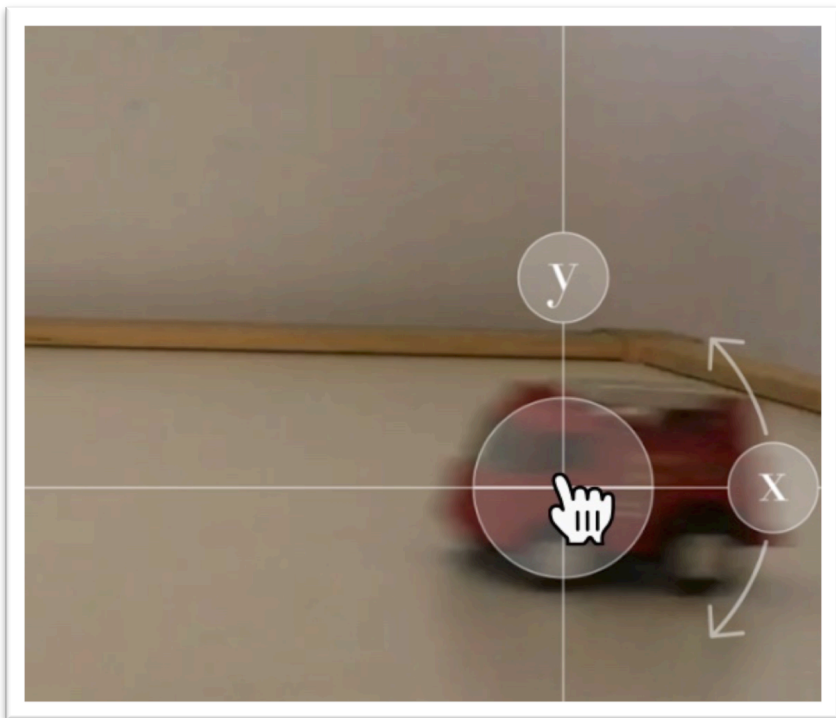
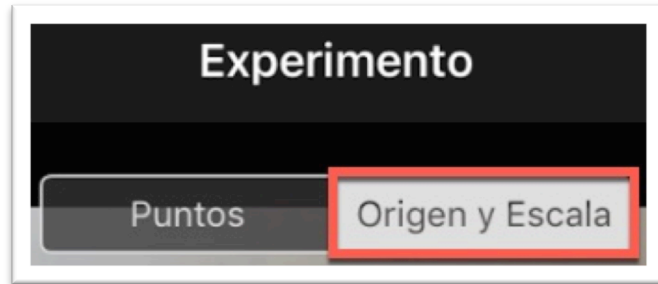
Desde la aplicación Video Physics podemos capturar vídeos de objetos en movimiento o cargar vídeos del carrete del dispositivo móvil.



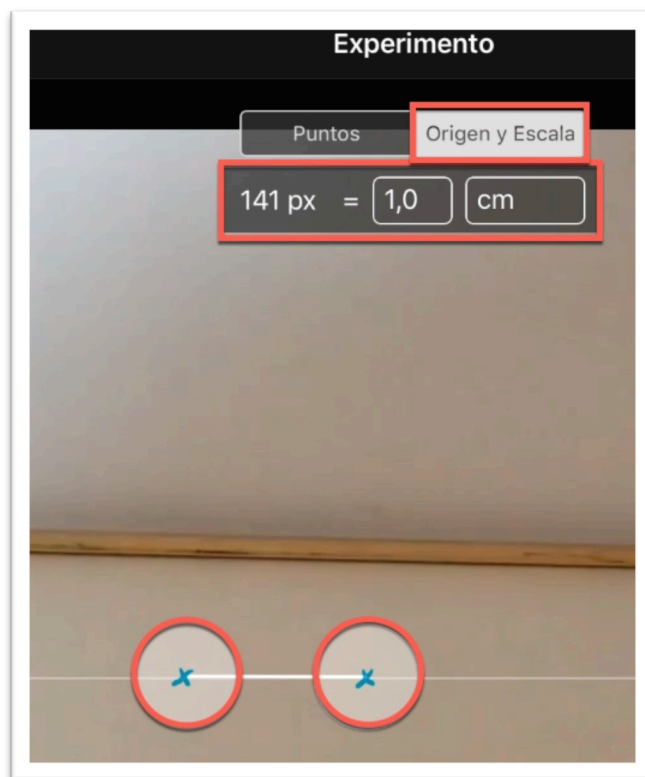
Seleccionamos un vídeo existente o grabamos un movimiento con Video Physics.



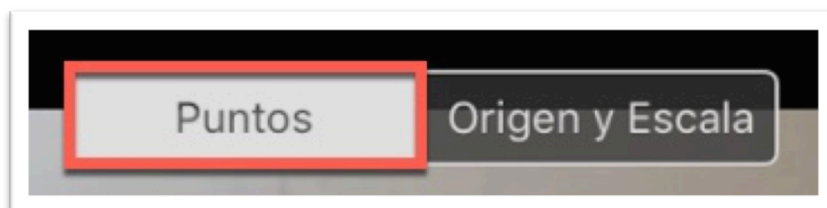
Tras elegir el video, definimos el punto de referencia del movimiento a estudiar.



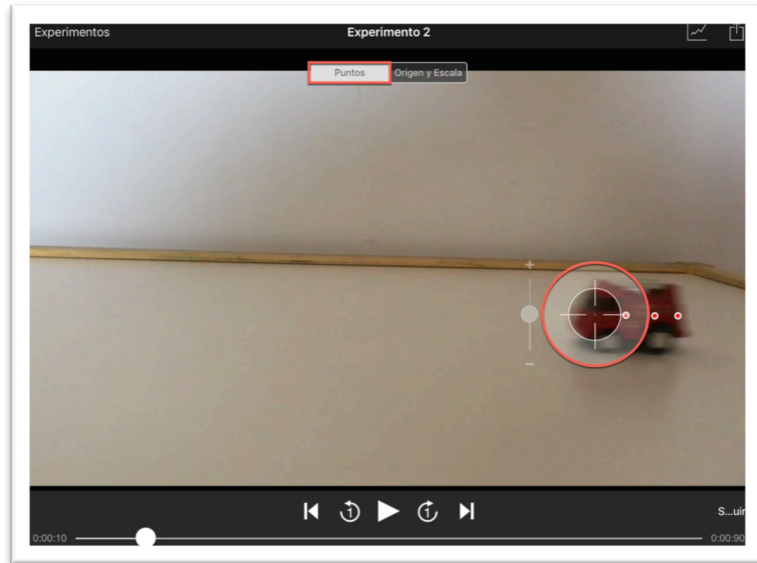
Definimos la escala a través de una medida conocida.



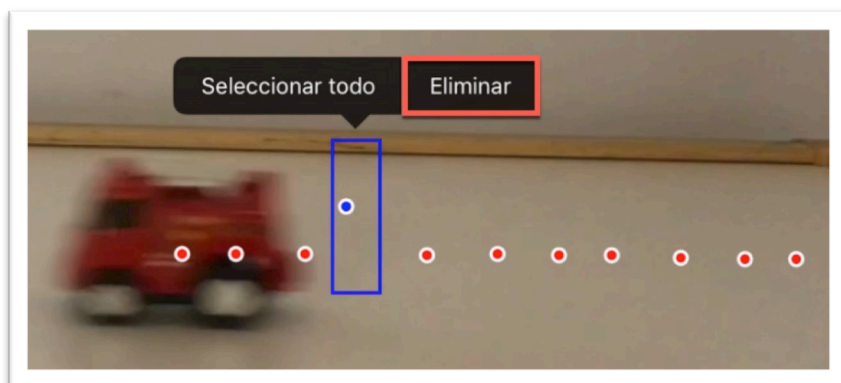
Una vez definido el punto de referencia y la escala, procedemos a marcar la trayectoria del objeto desde la opción de <Puntos>.



Utilizamos la cruceta para marcar la posición del móvil en cada instante, fotograma a fotograma.

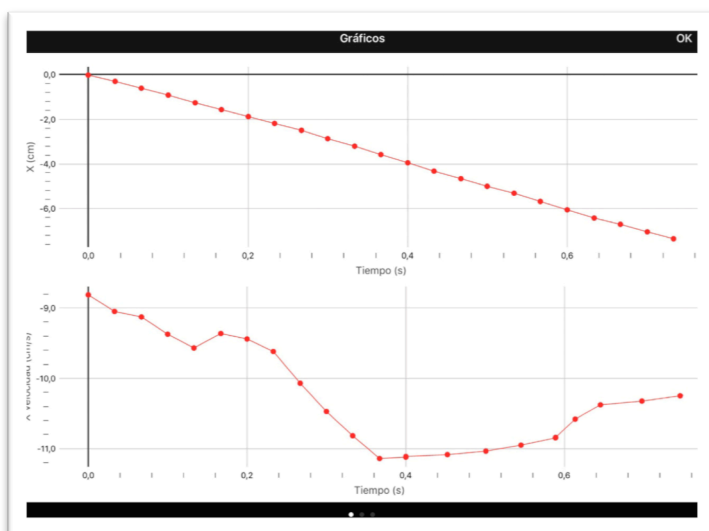


Si cometemos algún error al pintar la trayectoria, se puede subsanar seleccionando el punto o los puntos fallidos y eliminándolos.

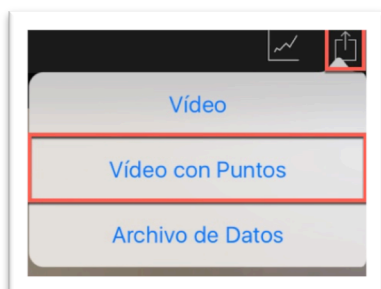


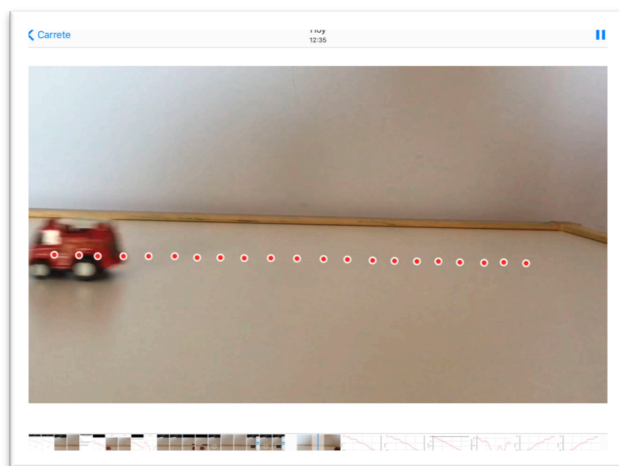
4.6.3 – Análisis y visualización de datos

Desde la funcionalidad de <Gráficos> podemos analizar las gráficas posición – tiempo y velocidad – tiempo en los ejes X e Y.



Una función muy interesante de Video Physics que permite exportar todas las gráficas y la trayectoria del móvil en formato vídeo.





También es posible exportar todos los datos en formato .cmbl para procesarlos con Logger Pro de Vernier. Los archivos .cmbl se pueden convertir fácilmente a formato .xls compatible con la mayoría de hojas de cálculo (Excel, OpenOffice Calc, Numbers, Drive, etc.).

A		B
1	t(s)	X (cm)
2	0.000000000000	-0.019998222459
3	0.033333333333	-0.306639411041
4	0.066666666667	-0.626610970389
5	0.100000000000	-0.906586084818
6	0.133333333333	-1,25322E+12
7	0.166666666667	-1,55986E+12
8	0.200000000000	-1,8665E+12
9	0.233333333333	-2,18647E+12
10	0.266666666667	-2,49978E+12
11	0.300000000000	-2,85975E+12
12	0.333333333333	-3,19972E+12
13	0.366666666667	-3,57968E+12
14	0.400000000000	-3,95298E+12
15	0.433333333333	-4,33295E+12
16	0.466666666667	-4,67292E+12
17	0.500000000000	-5,00622E+12
18	0.533333333333	-5,32619E+12
19	0.566666666667	-5,69949E+12
20	0.600000000000	-6,05946E+12
21	0.633333333333	-6,4261E+12
22	0.666666666667	-6,69274E+12
23	0.700000000000	-7,04604E+12
24	0.733333333333	-7.35935E+12

4.7 – Skitch

4.7.1 - Características generales



Skitch es un sencillo editor gráfico diseñada por Evernote Corporation. Permite realizar anotaciones gráficas sobre fotografías, PDF, páginas web, etc.

Web oficial de Skitch - <https://evernote.com/intl/es/skitch/>

Es una herramienta multiplataforma, es compatible con dispositivos iOS (iPhone, iPad, iPod) y Android (versión 2.8.4).



Skitch está disponible en la tienda AppStore de Apple:
<https://itunes.apple.com/es/app/skitch-snap-mark-up-send/id490505997?mt=8>

Para dispositivos Android hay que descargarla de repositorios alternativos al PlayStore, ya que Evernote Corporation ha dejado de dar soporte para este sistema operativo.

4.7.2 – Edición gráfica

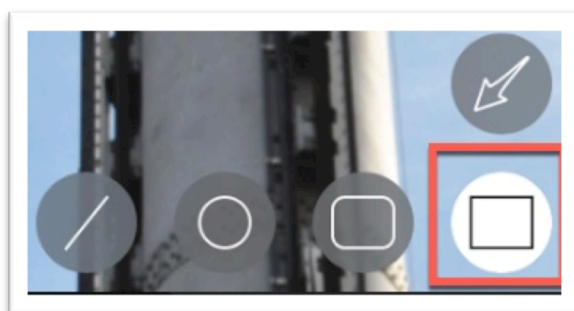
Skitch consta con una completa caja de herramientas gráficas que nos permitirá añadir anotaciones, figuras y elementos geométricos, textos y marcadores.

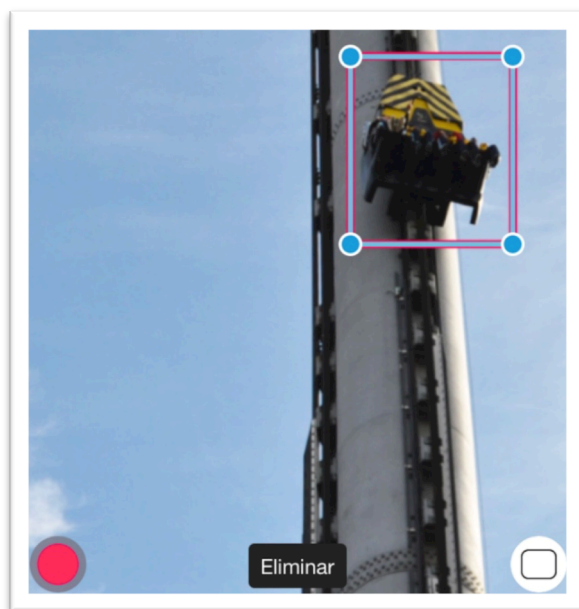


Desde el menú de la esquina inferior izquierda controlamos la gama de colores de las herramientas gráficas y su tamaño.

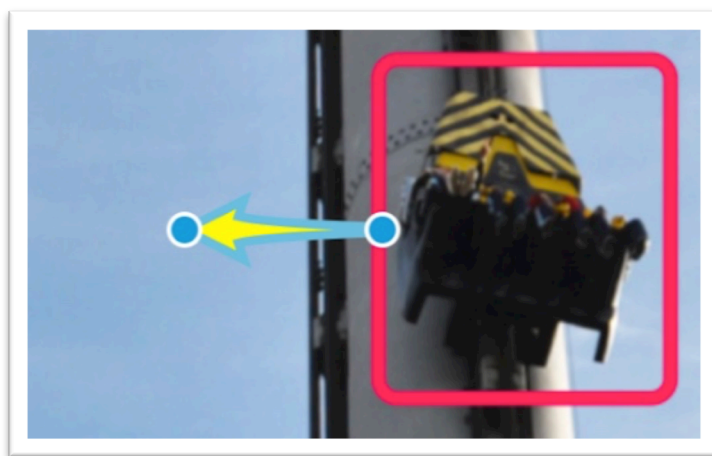


Las figuras geométricas permiten destacar zonas de cualquier fotografía con cuadrados, círculos o rectángulos con bordes redondeados. También podemos dibujar vectores con la utilidad de <Línea>.

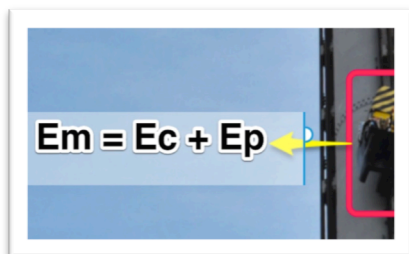




Con la opción de <Flecha> orientamos nuestras anotaciones.

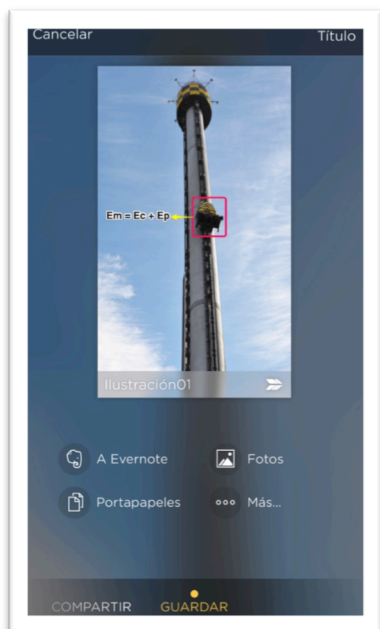


La función <Textos> permite agregar descripciones, anotaciones y fórmulas a nuestra imagen.



4.7.3 – Publicación

Una vez finalizada la edición gráfica, podemos guardar la imagen en el carrete o compartirla en las principales redes sociales.



4.8 – Ejercicios y actividades propuestas

Con el fin de recoger evidencias de aprendizaje, tras la fase de implementación, se propuso a los alumnos tres ejercicios y una actividad. En la actividad, el alumnado estimó magnitudes físicas tras observar el movimiento de un móvil. En los dos primeros ejercicios tenían que analizar e interpretar gráficas de dos movimientos. En el tercer ejercicio tuvo que expresar medidas en unidades del sistema internacional de medida.

4.8.1 – Actividad de estimación

Con esta actividad (**actividad 1*) se pretende comprobar su capacidad de estimación. Para ello, se realiza una práctica con un cochecito de juguete que se mueve con un MRUA (Movimiento Rectilíneo Uniformemente acelerado). Se recogen datos reales del movimiento con un sensor de ultrasonidos de Pasco. Los estudiantes tienen que estimar el valor de su posición inicial con respecto al punto de referencia (el sensor), su velocidad media y su aceleración. Posteriormente, se compararon los datos reales recogidos por el sensor de movimiento y con las estimaciones del alumnado.



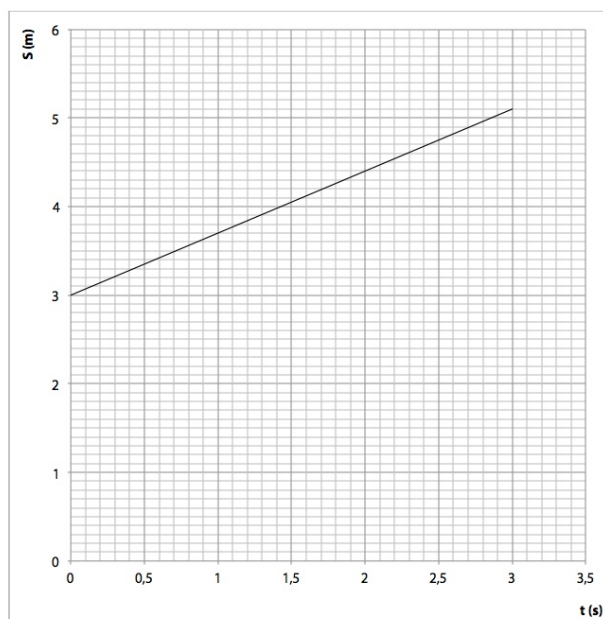
Figura 32: *sensor de movimiento de Pasco*

4.8.2 – Ejercicio 1: análisis de gráficas S - t

El objetivo de este ejercicio es el de comprobar que los estudiantes, a partir del análisis de una gráfica S-t (espacio – tiempo), saben: identificar MRU (Movimiento Rectilíneo Uniforme), hallar el valor de su posición inicial, determinar el valor de la velocidad y escribir la ecuación del movimiento.

Ejercicio 1

La siguiente gráfica corresponde a un movimiento rectilíneo:



- Identifica el tipo de movimiento según su velocidad y trayectoria.
- Determina el valor de la posición inicial del móvil.
- Halla el valor de su velocidad.
- Escribe la ecuación S-t de su movimiento.

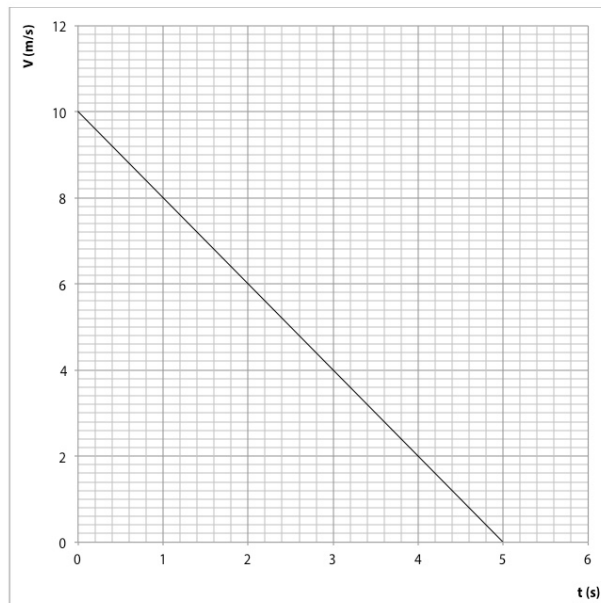
Figura 33: *Ejercicio 1

4.8.3 – Ejercicio 2: análisis de gráficas V - t

El objetivo de este ejercicio es el de comprobar que los estudiantes, a partir del análisis de una gráfica V-t (velocidad – tiempo), saben: identificar MRUA (Movimiento Rectilíneo Uniformemente acelerado), hallar el valor de su velocidad inicial, determinar el valor de la aceleración y escribir la ecuación del movimiento.

Ejercicio 2

La siguiente gráfica corresponde a un movimiento rectilíneo:



- Identifica el tipo de movimiento según su velocidad y trayectoria.
- Determina el valor de la velocidad inicial del móvil.
- Halla el valor de su aceleración.
- Escribe la ecuación V-t de su movimiento.

Figura 34: *Ejercicio 2

4.8.4 – Ejercicio 3: expresar medidas en el SI (Sistema Internacional)

El objetivo de este ejercicio es el de comprobar que los estudiantes saben expresar medidas en unidades del sistema internacional. Para ello, se propone un ejercicio en el que los estudiantes han de cambiar de unidades de seis medidas: tres de magnitudes fundamentales y tres de magnitudes derivadas.

Ejercicio 3

Expresa las siguientes medidas en unidades del SI (Sistema Internacional):

- a) 2,3h =
- b) 24,7cm =
- c) 12min =
- d) 1,3Km =
- e) 50Km/h =
- f) 21cm/s =
- g) 633mm/s² =

Figura 35: *Ejercicio 3

CAPÍTULO 5

5 – Resultados

5.1 – Elementos de valoración

En este apartado se presentan los resultados de los cuestionarios, pruebas y entrevistas aplicados al alumnado participe en el proyecto de aprendizaje de física con y sin tecnología móvil.

Las herramientas fueron aplicadas en 103 alumnos que participaron en la implementación en la última fase del proyecto.

Los instrumentos de recogida de información y evidencias que se han analizado incluyen:

- cuestionario inicial (**ficha 1*)
- cuestionario de valoración final (**ficha 2 y *ficha 3*)
- informe de resultados del alumnado, donde recogen las medidas y los cálculos de la resolución de problemas de física, contextualizados en el parque de atracciones
- diarios de aprendizaje, en los que los alumnos recogen su experiencia del proceso de aprendizaje
- documentos de trabajo: **ejercicio 1, *ejercicio 2 y *ejercicio 3; *actividad 1*; proyectos; informes y exposiciones finales

1.- ¿Tienes teléfono inteligente (smartphone) o tableta?

☐ Sí

☐ No

Si tu respuesta a la pregunta n° 1 es negativa, pasa a la pregunta n° 6.

2.- ¿Tienes conexión a internet en tu móvil o tableta?

☐ Sí

☐ No

3.- ¿Con qué frecuencia utilizas el dispositivo móvil para las siguientes acciones?

**Comunicarme con
familiares y amigos**

☐ Muy frecuentemente

☐ Frecuentemente

☐ A veces

☐ Nunca

Jugar a juegos

☐ Muy frecuentemente

☐ Frecuentemente

☐ A veces

☐ Nunca

**Buscar
información**

☐ Muy frecuentemente

☐ Frecuentemente

☐ A veces

☐ Nunca

**Planificar y organizar
tareas con la app de
agenda o calendario**

☐ Muy frecuentemente

☐ Frecuentemente

☐ A veces

☐ Nunca

Ver videos

☐ Muy frecuentemente

☐ Frecuentemente

☐ A veces

☐ Nunca

**Realizar tareas
escolares**

☐ Muy frecuentemente

☐ Frecuentemente

☐ A veces

☐ Nunca

4.- ¿Con qué frecuencia te distraes con tu dispositivo móvil cuando realizas tareas escolares?

☐ Muy frecuentemente

☐ Frecuentemente

☐ A veces

☐ Nunca

5.- ¿Crees que el móvil es una herramienta útil para aprender Física?

☐ Totalmente de acuerdo

☐ De acuerdo

☐ En desacuerdo

☐ Totalmente en desacuerdo

6.- ¿Qué grado de dificultad piensas que te va a suponer el aprendizaje del bloque de cinemática?

☐ Muy difícil

☐ Difícil

☐ Fácil

☐ Muy fácil

**Ficha 1: Cuestionario de valoración inicial*

1.- ¿Qué grado de dificultad piensas que te ha supuesto aprender el bloque de cinemática?

☐ Muy difícil ☐ Difícil ☐ Fácil ☐ Muy fácil

2.- Valora la utilidad de las siguientes aplicaciones para el aprendizaje de Física:

Hojas de cálculo de Google ☐ Nada útil ☐ Poco útil ☐ Bastante útil ☐ Imprescindible

Video Physics ☐ Nada útil ☐ Poco útil ☐ Bastante útil ☐ Imprescindible

Sparkvue ☐ Nada útil ☐ Poco útil ☐ Bastante útil ☐ Imprescindible

Skitch ☐ Nada útil ☐ Poco útil ☐ Bastante útil ☐ Imprescindible

3.- ¿Qué probabilidad hay de que recomiendes a tus compañeros esta forma de aprender Física?
Escala del 0 al 10, donde el 0 corresponde a "Muy improbable" y el 10 "Seguro que lo recomendaría"

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10

**Ficha 2: Cuestionario de valoración final para los alumnos que utilizan móviles*

1.- ¿Qué grado de dificultad piensas que te ha supuesto aprender el bloque de cinemática?

☐ Muy difícil ☐ Difícil ☐ Fácil ☐ Muy fácil

2.- ¿Qué probabilidad hay de que recomiendes a tus compañeros esta forma de aprender Física?
Escala del 0 al 10, donde el 0 corresponde a "Muy improbable" y el 10 "Seguro que lo recomendaría"

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10

**Ficha 3: Cuestionario de valoración final para los alumnos que no utilizan móviles*

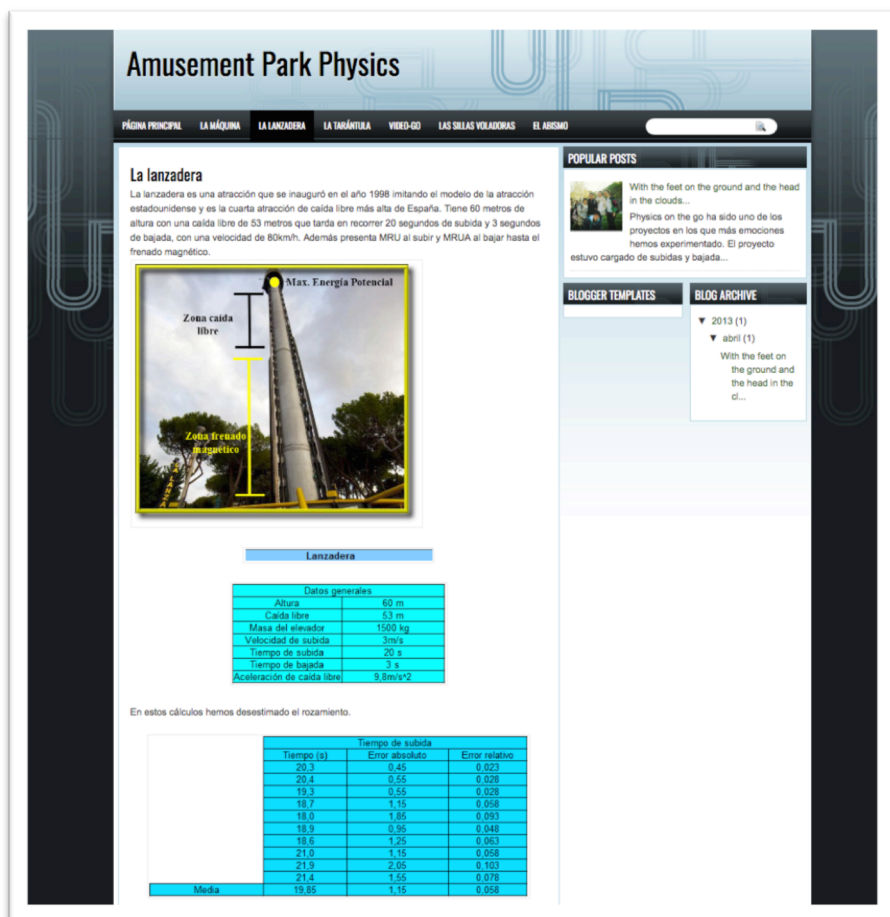


Figura 36: Informe de resultados realizados por el alumnado

Ej: <http://amusementparkphysics.blogspot.com.es/>

Physics on the go



Después de la Estructura de la materia, vuelvo a contaros otro proyecto sobre la asignatura de Física que comenzó en el mes de marzo.

Al estar estudiando los movimientos, fuimos un día al Parque de atracciones para experimentar lo aprendido en primera persona.

Os dejo mi reflexión sobre el proyecto para que podáis conocerlo de manera más detallada.

En este proyecto, las tareas de cada miembro del grupo han sido diversas ya que éste tenía una duración de algo más de un mes. En mi caso, durante la jornada del parque de atracciones me encargué de realizar fotos y vídeos de tres de las atracciones y tomar los tiempos, usando la cámara y el cronómetro tanto del Ipad, como del Ipod. Durante la fase posterior del proyecto me encargué de elaborar los cálculos y las gráficas, interpretando detalladamente cada uno de los movimientos que tuvimos la oportunidad de experimentar. Para ello, me ayudé de los apuntes tomados previamente en clase, de los vídeos, del libro y de otras fuentes como mis propios compañeros. Puedo decir que este proyecto me ha ayudado a retener las fórmulas de los movimientos sin tener que aprenderlas de memoria. Además, pienso que el llegar nosotros a la conclusión de qué movimientos había en cada atracción es un buen método para razonar mejor sobre estos problemas. Pero aparte de lograr los objetivos en cuanto a los contenidos de Física, también me ha servido para aprender más cosas sobre el editor de vídeo que empleé para montar el corto. Lo que hice fue probar por mi cuenta y ayudarme de ciertos tutoriales presentes en Internet. Cabe mencionar también que surgieron ciertos problemas, destacando sobre todo que fue difícil lograr interpretar las gráficas de la aceleración, completar algunos datos que faltaban y conseguir realizar algunas partes de las hojas de cálculo de los que no estábamos seguros como las energías o las gráficas en los movimientos circulares. Finalmente, viendo el resultado del blog se puede decir que los resultados fueron mejores de lo esperado, ya que al principio nos encontramos un poco perdidos pero poco a poco organizándonos y planificando cada apartado logramos completar el proyecto correctamente. Si volviésemos a realizarlo, tomaría mayor número de tiempos y vídeos que me permitiesen coger medidas de una manera más fácil sin cometer el error de que éstos fuesen demasiado cortos. A su vez, investigaría más sobre posibles cálculos que podríamos haber hecho ampliando los realizados. En definitiva, de todo el proceso destacaría dos momentos: el día en el Parque de Atracciones, ya que es una experiencia de lo más original y divertida para aprender Física, y el instante en el que pudimos ver el blog ya terminado con todos los cálculos, redacciones, imágenes y el vídeo que habíamos estado elaborando durante este mes.

Os presenté a continuación nuestro vídeo y espero que visitéis también nuestro blog [aquí](http://laladronademegas.blogspot.com.es/2013/05/physics-on-go.html).

Figura 37: Reflexiones del alumnado

Ej: <http://laladronademegas.blogspot.com.es/2013/05/physics-on-go.html>

5.2 – Resultados del cuestionario inicial

5.2.1 – Acceso a dispositivos móviles

Previo al inicio del proyecto, se lleva a cabo la recogida de información sobre el acceso que tiene el alumnado a los dispositivos móviles. Un 99,03% de los alumnos poseen dispositivo móvil, tal y como se refleja en la tabla 9 y en el gráfico 1.

Tabla 9: *El alumno dispone de teléfono móvil y/o tableta*

	Frecuencia	Porcentaje
Sí	102	99,03
No	1	0,97

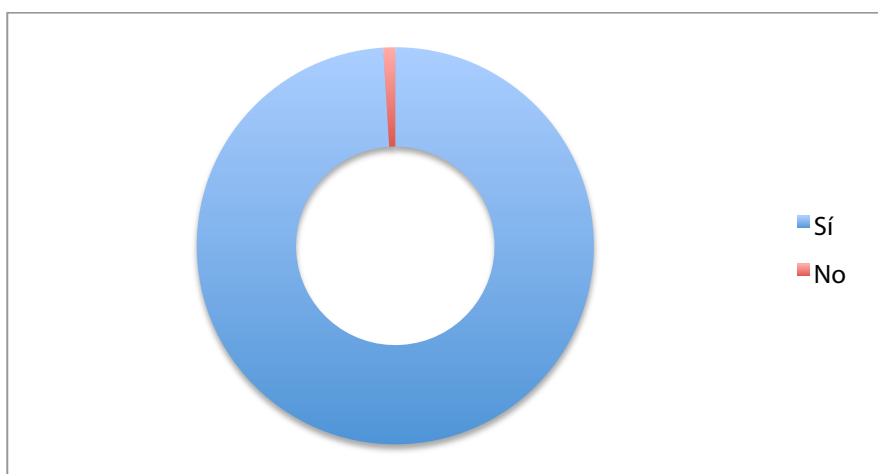


Gráfico 1: El alumno dispone de teléfono móvil y/o tableta

5.2.2 – Conectividad

Se consultó al alumnado que disponía de un dispositivo móvil (102), si disponían de conexión a internet en su dispositivo. Como muestra la tabla 10 y el gráfico 2, un 100% de los encuestados disponen de tarifas con acceso a internet.

Tabla 10: *Conectividad en el dispositivo móvil*

	Frecuencia	Porcentaje
Sí	102	100
No	0	0



Gráfico 2: *Conectividad en el dispositivo móvil*

5.2.3 – Frecuencia de uso

El porcentaje más alto de uso de los dispositivos móviles se concentra en la utilización de redes sociales para estar en contacto con amigos y familias, siendo un 97,06% de los alumnos los que lo utilizan muy frecuentemente para este fin.

Tabla 11: *Comunicarme con amigos/familia mediante redes sociales*

	Frecuencia	Porcentaje
Muy frecuentemente	99	97,06
Frecuentemente	3	2,94
A veces	0	0
Nunca	0	0

Jugar en el móvil también supone una de las actividades frecuentes cuando se usa el dispositivo, el 62,75% del alumnado emplean el dispositivo con ese objetivo de forma muy frecuente.

Tabla 12: *Empleo del dispositivo móvil para jugar*

	Frecuencia	Porcentaje
Muy frecuentemente	64	62,75
Frecuentemente	21	20,59
A veces	15	14,71
Nunca	2	1,96

El 97,06% del alumnado emplean el móvil frecuentemente o muy frecuentemente para buscar información.

Tabla 13: *Buscar información en el móvil*

	Frecuencia	Porcentaje
Muy frecuentemente	57	55,88
Frecuentemente	42	41,18
A veces	3	2,94
Nunca	0	0

Solamente un 14,71% de los alumnos emplean el dispositivo frecuentemente para la organización de tareas mediante la agenda o el calendario. Un 41,12% se planifica ocasionalmente con el móvil, y un 41,18% de los alumnos no utiliza nunca el dispositivo para organizarse mediante la agenda.

Tabla 14: *Planificar mediante agenda/calendario*

	Frecuencia	Porcentaje
Muy frecuentemente	0	0
Frecuentemente	15	14,71
A veces	45	44,12
Nunca	42	41,18

El entretenimiento mediante el visionado de vídeos supone la segunda actividad más frecuente cuando se usa el dispositivo, el 92,16% del alumnado emplean el dispositivo con ese objetivo de forma muy frecuente.

Tabla 15: *Ver vídeos en el móvil*

	Frecuencia	Porcentaje
Muy frecuentemente	94	92,16
Frecuentemente	5	4,90
A veces	3	2,94
Nunca	0	0

En el caso del uso para las tareas escolares un 60,78% de los alumnos no utilizan con frecuencia el dispositivo para realizar tareas escolares.

Tabla 16: *Utilizar el móvil para la realización de tareas escolares*

	Frecuencia	Porcentaje
Muy frecuentemente	12	11,76
Frecuentemente	28	27,45
A veces	54	52,94
Nunca	8	7,84

El gráfico 3 muestra los resultados relativos a la frecuencia de uso que hacen los estudiantes de la tecnología móvil. Destaca significativamente el uso de redes sociales para comunicarse con familia y amigos, y el consumo de vídeos como forma de entretenimiento.

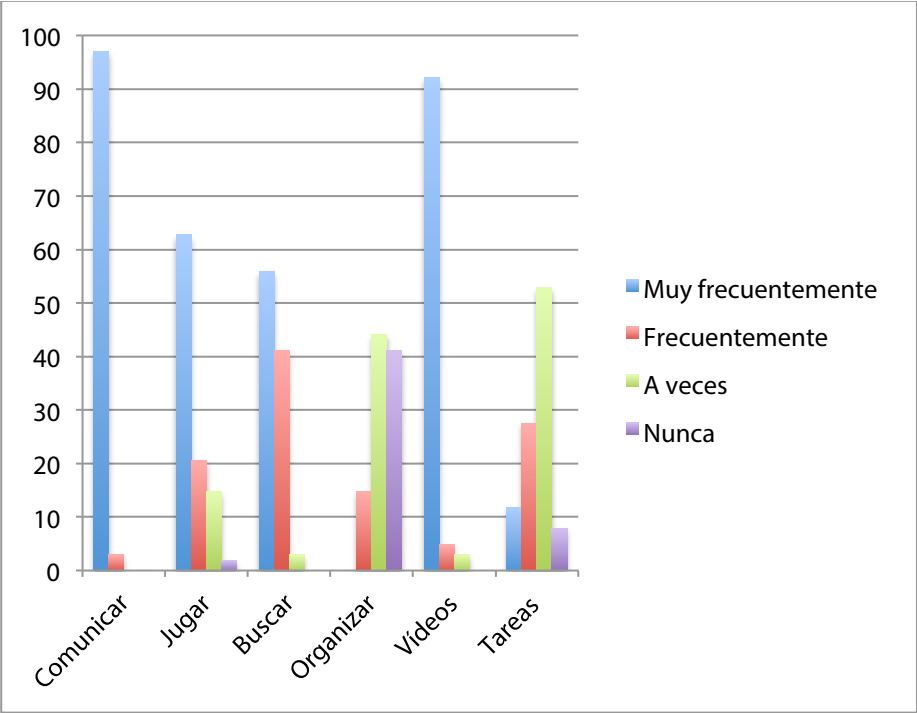


Gráfico 3: Frecuencia de uso del dispositivo móvil por categorías

5.2.4 – Móvil como elemento de distracción

Un 79,412% de los estudiantes admiten que se distraen con el móvil frecuentemente o muy frecuentemente cuando están realizando tareas escolares.

Tabla 17: *Móvil como elemento de distracción*

	Frecuencia	Porcentaje
Muy frecuentemente	29	28,431
Frecuentemente	52	50,980
A veces	18	17,647
Nunca	3	2,941

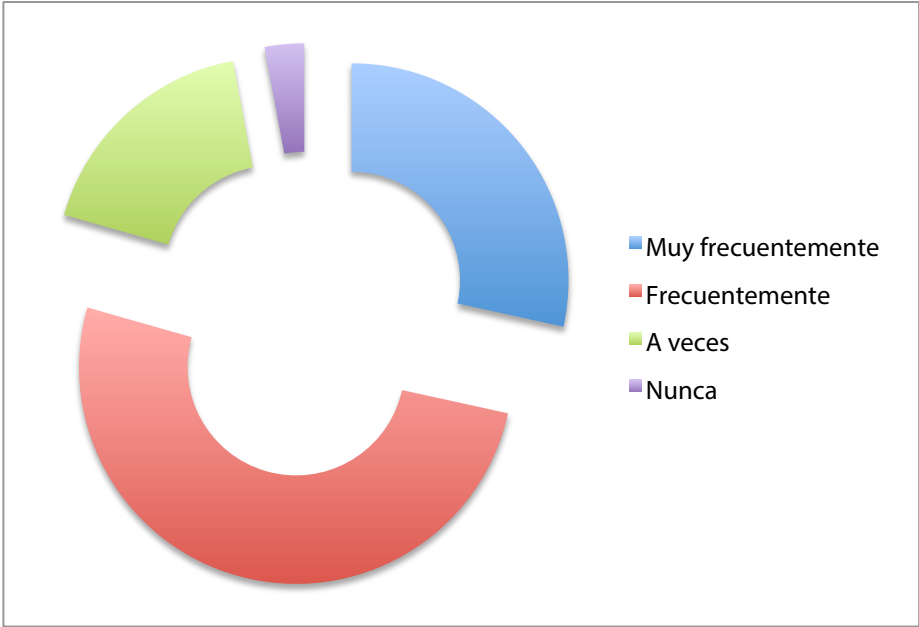


Gráfico 4: Frecuencia de distracción con dispositivos móviles

5.2.5 – Móvil como herramienta de aprendizaje de física

Solo un 19,608% de los alumnos creen que el móvil es una herramienta útil para el aprendizaje de física.

Tabla 18: *Herramienta de aprendizaje de física*

	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	6	5,882
De acuerdo	14	13,725
En desacuerdo	67	65,686
Muy en desacuerdo	15	14,706



Gráfico 5: *Herramienta de aprendizaje de física*

5.2.6 – Percepción de dificultad ante el aprendizaje de física (Cinemática)

El 55,34% de los estudiantes creen que el aprendizaje del bloque de Cinemática les va a resultar muy difícil.

Tabla 19: *Percepción de dificultad ante el aprendizaje de física (Cinemática)*

	Frecuencia	Porcentaje
Muy difícil	18	17,476
Difícil	57	55,340
Fácil	23	22,330
Muy fácil	5	4,854

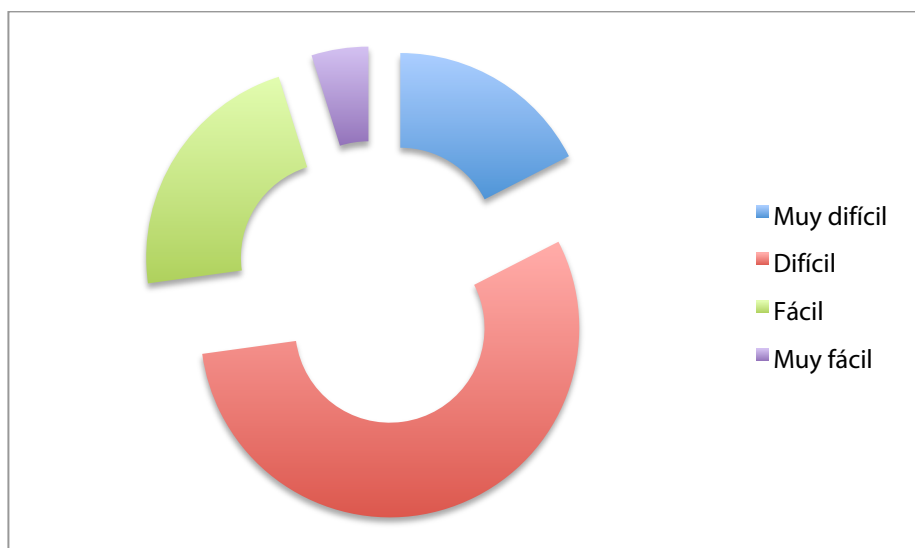


Gráfico 6: Percepción de dificultad ante el aprendizaje de física (Cinemática)

Cabe destacar que más de 72% de los estudiantes piensan antes de realizar el proyecto, que el aprendizaje del bloque de Cinemática les va a resultar difícil o muy difícil.

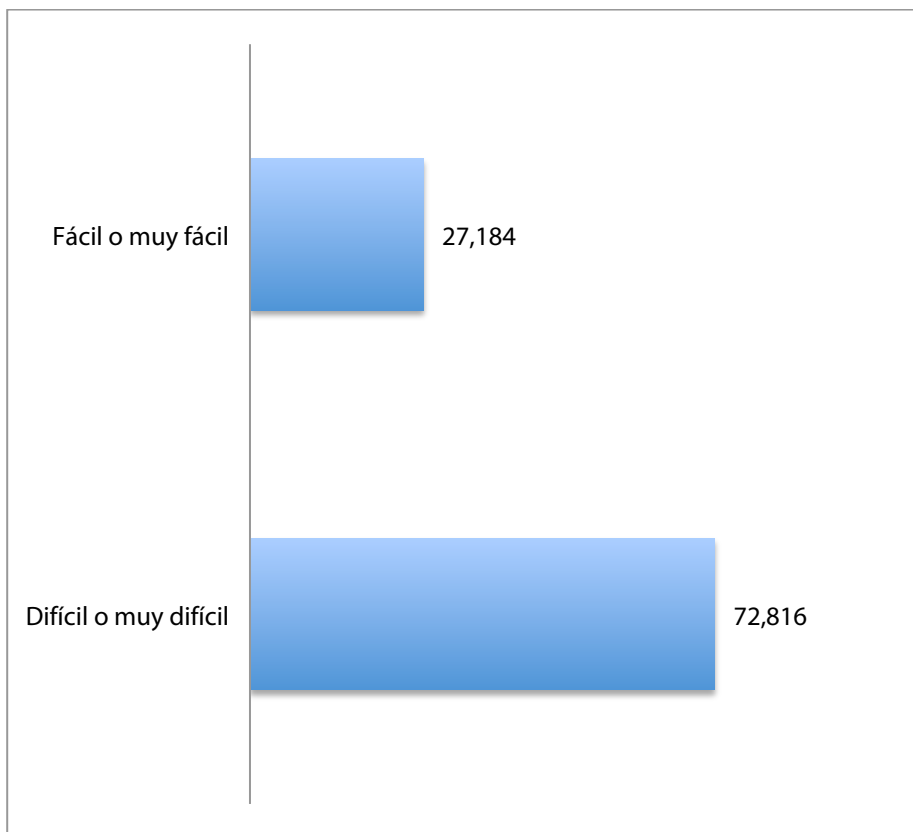


Gráfico 7: Percepción de dificultad ante el aprendizaje de física (Cinemática) II

5.4 – Resultados resolución de problemas

5.4.1 – Resolución de problemas del parque de atracciones

5.4.1.1 – Atracciones investigadas

La tabla 20 y el gráfico 8 muestra el promedio de problemas contextualizados (atracciones) en el parque de atracciones resueltos por equipo cooperativo.

Tabla 20: *Promedio de atracciones investigadas por equipo cooperativo*

Promedio Experiencias por equipo	
Con móvil	3,917
Sin móvil	2,750

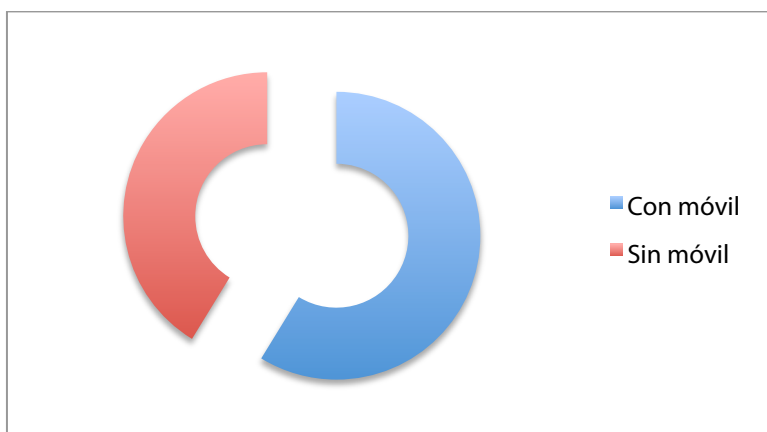


Gráfico 8: Promedio de atracciones investigadas por equipo cooperativo

5.4.1.2 – La lanzadera

La investigación de la atracción de la lanzadera es uno de los dos problemas obligatorios del parque de atracciones. Los estudiantes tienen que identificar el MRU (Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado) durante la subida, la caída libre y el MRUD (Movimiento Rectilíneo Uniformemente Decelerado) durante el frenado. La tabla 21 y el gráfico 9 muestran qué porcentaje de equipos lograron identificar cada uno de los movimientos.

Tabla 21: *Identificar movimientos en la atracción “la lanzadera”*

	MRU (subida)	Caída libre	MRUD
Con móvil	100,00	100	83,33
Sin móvil	91,67	100	75

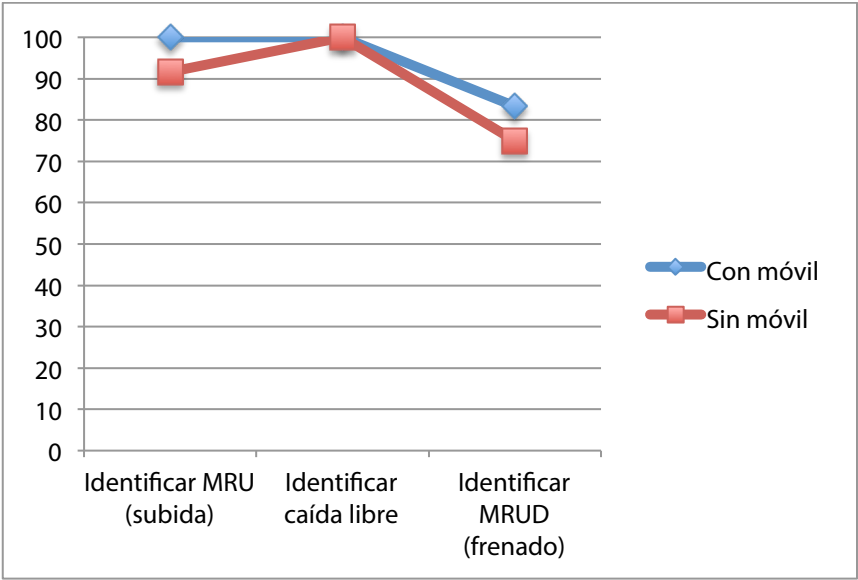


Gráfico 9: Identificar movimientos en la atracción “la lanzadera”

5.4.1.2.1 – Lanzadera | Tramo de subida

En este problema los estudiantes también tenían que hallar el valor de la velocidad de subida, la energía potencial en el punto más alto, el espacio recorrido y las ecuaciones S-t y V-t. Las tablas 22, 23, 24 y 25 muestran el porcentaje de equipos cooperativos que consiguieron calcular cada magnitud.

Tabla 22: Hallar el valor de la velocidad de subida en la atracción “la lanzadera”

	V_{subida}
Con móvil	100
Sin móvil	91,67

Tabla 23: Hallar el valor de la Energía potencial en el punto más alto de la atracción “la lanzadera”

	Ep (Pto más alto)
Con móvil	91,67
Sin móvil	66,67

Tabla 24: Hallar el valor del desplazamiento durante el tramo de subida de la atracción “la lanzadera”

	ΔS
Con móvil	75,00
Sin móvil	41,67

Tabla 25: Hallar las ecuaciones del MRU de subida de la atracción “la lanzadera”

	Ecuaciones (S-t y V-t)
Con móvil	75,00
Sin móvil	41,67

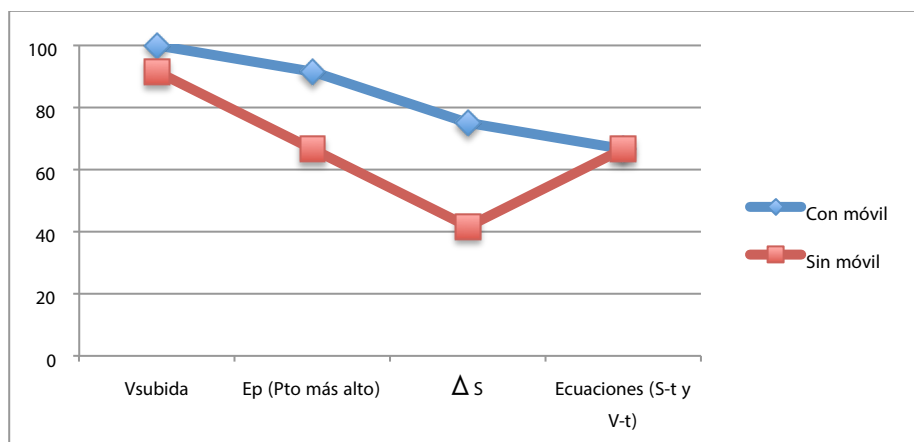


Gráfico 10: Porcentaje de equipos cooperativos que lograron resolver cada apartado del problema de “la lanzadera” en el tramo de subida

5.4.1.2.2 – Lanzadera | Tramo de caída libre

En este tramo del problema, los estudiantes debían hallar el valor de la posición y velocidad inicial, desplazamiento y espacio recorrido durante la caída, el tiempo que tardaba en caer, la aceleración (g), la energía cinética máxima alcanzada, la energía mecánica, la velocidad máxima alcanzada, y determinar las ecuaciones S - t y V - t de este movimiento. Las tablas 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34 y 35 muestran el porcentaje de equipos cooperativos que consiguieron calcular cada magnitud.

Tabla 26: Hallar el valor de la posición inicial en el tramo de caída libre de la atracción “la lanzadera”

	S_0
Con móvil	91,67
Sin móvil	91,67

Tabla 27: Hallar el valor del desplazamiento en el tramo de caída libre de la atracción “la lanzadera”

	ΔS
Con móvil	83,33
Sin móvil	41,67

Tabla 28: Hallar el valor del tiempo de caída en el tramo de caída libre de la atracción “la lanzadera”

	t
Con móvil	100
Sin móvil	100

Tabla 29: Hallar el valor aceleración en el tramo de caída libre de la atracción “la lanzadera”

	g
Con móvil	100
Sin móvil	100

Tabla 30: Hallar el valor máximo de energía cinética en el tramo de caída libre de la atracción “la lanzadera”

	$E_{c\text{máxima}}$
Con móvil	75
Sin móvil	58,33

Tabla 31: Hallar el valor máximo de energía potencial en el tramo de caída libre de la atracción “la lanzadera”

	$E_{p_{\text{máxima}}}$
Con móvil	75
Sin móvil	58,33

Tabla 32: Hallar el valor de la energía mecánica en el tramo de caída libre de la atracción “la lanzadera”

	E_m
Con móvil	75
Sin móvil	58,33

Tabla 33: Hallar el valor de la velocidad inicial en el tramo de caída libre de la atracción “la lanzadera”

	V_o
Con móvil	83,33
Sin móvil	75,00

Tabla 34: *Hallar el valor máximo de velocidad alcanzada en el tramo de caída libre de la atracción “la lanzadera”*

	$V_{\text{máxima}}$
Con móvil	100
Sin móvil	66,67

Tabla 35: *Determinar las ecuaciones S-t y V-t del tramo de caída libre de la atracción “la lanzadera”*

	Ecuaciones
Con móvil	83,33
Sin móvil	58,33

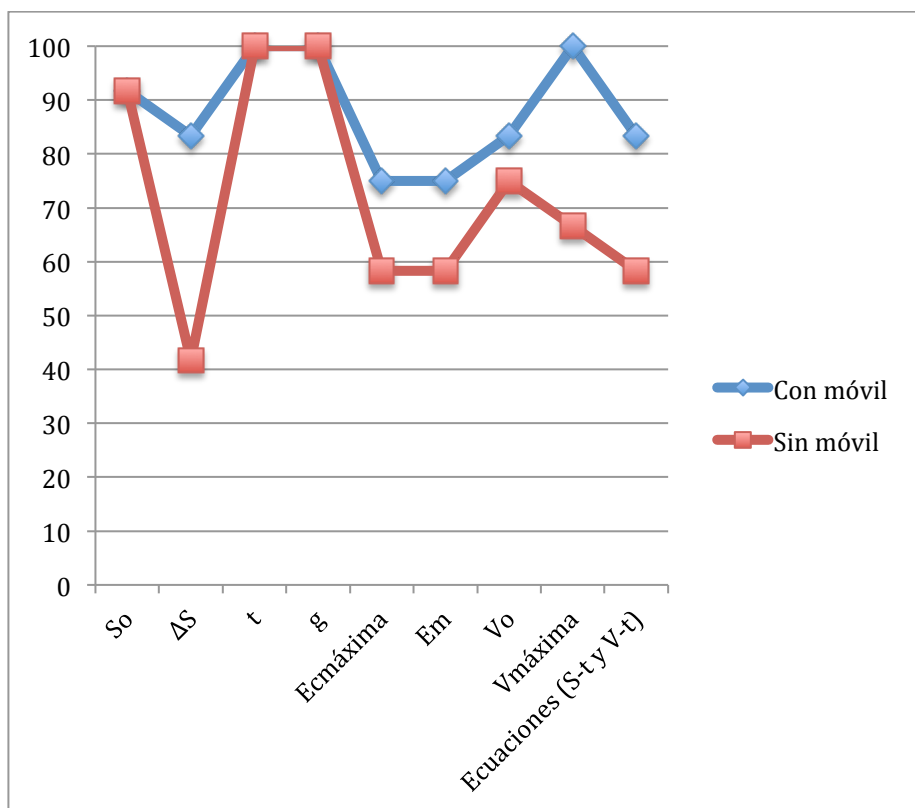


Gráfico 11: Porcentaje de equipos cooperativos que lograron resolver cada apartado del problema de "la lanzadera" en el tramo de caída libre

5.4.1.2.3 – Lanzadera | Tramo de frenado

En el tramo de frenado del problema de “la lanzadera”, los alumnos tienen que hallar el valor de la posición inicial y velocidad inicial, desplazamiento y espacio recorrido durante el frenado, el tiempo que tardaba en frenar, la aceleración de frenado, y determinar las ecuaciones S-t y V-t de este movimiento. Las tablas 36, 37, 38, 39, 40, 41 y 42 muestran el porcentaje de equipos cooperativos que consiguieron resolver cada apartado.

Tabla 36: *Hallar el valor de la posición inicial en el tramo de frenado de la atracción “la lanzadera”*

	S_0
Con móvil	91,67
Sin móvil	91,67

Tabla 37: *Hallar el valor del desplazamiento el tramo de frenado de la atracción “la lanzadera”*

	ΔS
Con móvil	83,33
Sin móvil	75

Tabla 38: Hallar el valor de la velocidad inicial en el tramo de frenado de la atracción "la lanzadera"

	V_o
Con móvil	83,33
Sin móvil	58,33

Tabla 39: Hallar el valor de la velocidad final en el tramo de frenado de la atracción "la lanzadera"

	V_f
Con móvil	91,67
Sin móvil	66,67

Tabla 40: Hallar el valor del tiempo de frenado el tramo de frenado de la atracción "la lanzadera"

	t
Con móvil	83,33
Sin móvil	75

Tabla 41: *Hallar el valor de la aceleración de frenado en el tramo de frenado de la atracción “la lanzadera”*

	a_{frenado}
Con móvil	75
Sin móvil	58,33

Tabla 42: *Determinar las ecuaciones S-t y V-t del tramo de frenado de la atracción “la lanzadera”*

	Ecuaciones (S-t y V-t)
Con móvil	66,67
Sin móvil	58,33

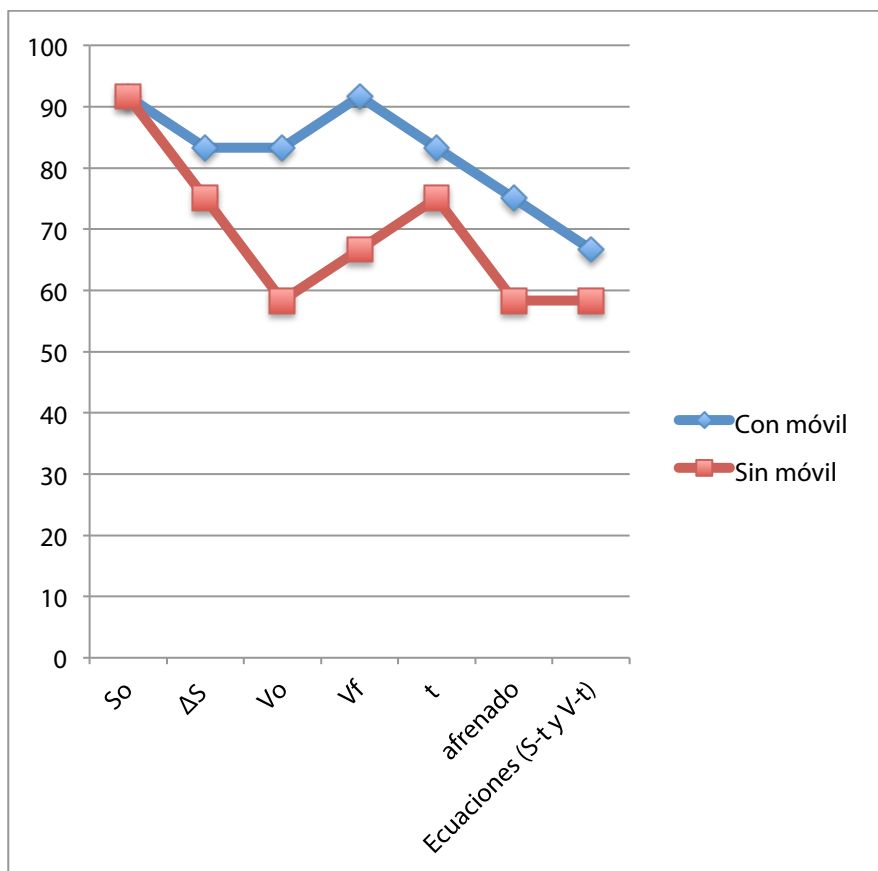


Gráfico 12: Porcentaje de equipos cooperativos que lograron resolver cada apartado del problema de “la lanzadera” en el tramo de caída libre

5.4.1.3 – Las sillas voladoras

La investigación de la atracción de las sillas voladoras también es uno de los dos problemas obligatorios del parque de atracciones. Los estudiantes tienen que identificar el tipo movimiento y hallar el valor del período (T), la frecuencia (f), la velocidad lineal (V), la velocidad angular (ω), la aceleración centrípeta (a_c) y la fuerza centrípeta (F_c). Las tablas 43, 44, 45, 46, 47, 48 y 49 muestran el porcentaje de equipos cooperativos que consiguieron resolver cada apartado.

Tabla 43: *Identificar el movimiento de la atracción “las sillas voladoras”*

Identificar MCU	
Con móvil	100
Sin móvil	100

Tabla 44: *Hallar el valor del período de la atracción “las sillas voladoras”*

T	
Con móvil	100
Sin móvil	100

Tabla 45: *Hallar el valor de la frecuencia de la atracción "las sillas voladoras"*

	f
Con móvil	100
Sin móvil	100

Tabla 46: *Hallar el valor de la velocidad lineal de la atracción "las sillas voladoras"*

	v
Con móvil	100
Sin móvil	91,67

Tabla 47: *Hallar el valor de la velocidad angular de la atracción "las sillas voladoras"*

	ω
Con móvil	100
Sin móvil	91,67

Tabla 48: Hallar el valor de la aceleración centrípeta de la atracción "las sillas voladoras"

	a_c
Con móvil	91,67
Sin móvil	58,33

Tabla 49: Hallar el valor de la fuerza centrípeta de la atracción "las sillas voladoras"

	F_c
Con móvil	75
Sin móvil	58,33

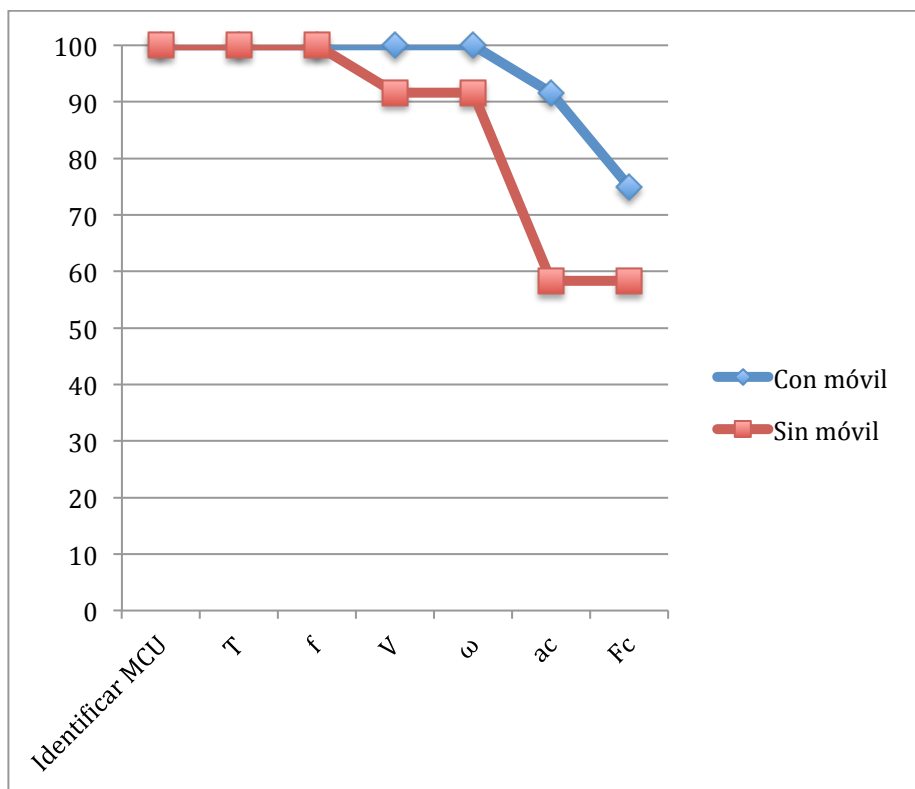


Gráfico 13: Porcentaje de equipos cooperativos que lograron resolver cada apartado del problema de “las sillas voladoras”

5.4.1.4 – Problemas contextualizados voluntarios

Las atracciones “el abismo”, “la tarántula” y “la máquina” son problemas voluntarios. A continuación, se muestran los resultados de las tres atracciones.

5.4.1.4.1 – El abismo

El abismo es una montaña rusa donde los alumnos resuelven el problema en dos tramos de estudio:

- un primer tramo de subida para afianzar el MRU, donde los estudiantes tienen que hallar el valor de la velocidad de subida, el desplazamiento durante la subida y las ecuaciones $S-t$ y $V-t$ de ese tramo.
- un segundo tramo correspondiente a la primera bajada antes del primer looping, donde los alumnos tienen que hallar el valor de la posición y velocidad inicial, el desplazamiento, el tiempo, la energía cinética máxima, la energía mecánica y la velocidad máxima alcanzada.

5.4.1.4.1.1 – Abismo | tramo de subida

Las tabla 50 y el gráfico 14 muestran el porcentaje de equipos cooperativos que consiguieron resolver cada apartado.

Tabla 50: *Abismo tramo de subida*

	Con móvil	Sin móvil
Identificar MRU (subida)	91,67	58,33
V_{subida}	91,67	58,33
E_p (Pto más alto)	83,33	58,33
ΔS	91,67	50,00
Ecuaciones (S-t y V-t)	66,67	58,33

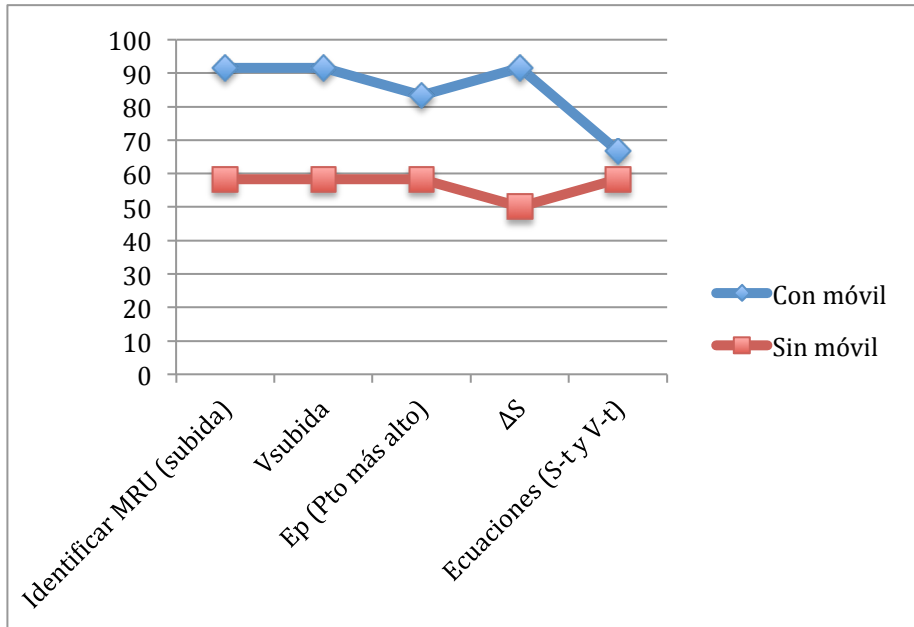


Gráfico 14: *Porcentaje de equipos cooperativos que lograron resolver cada apartado del problema de "el abismo" en el tramo de subida*

5.4.1.4.1.2 – Abismo | tramo de bajada

Las tabla 51 y el gráfico 15 muestran el porcentaje de equipos cooperativos que consiguieron resolver cada apartado del tramo de la primera bajada antes del primer looping.

Tabla 51: Abismo tramo de bajada

	Con móvil	Sin móvil
S_o	83,33	58,33
ΔS	66,67	50
t	83	58
$E_{\text{máxima}}$	75	58,33
E_m	75	58,33
V_o	75	41,67
$V_{\text{máxima}}$	75	58,33

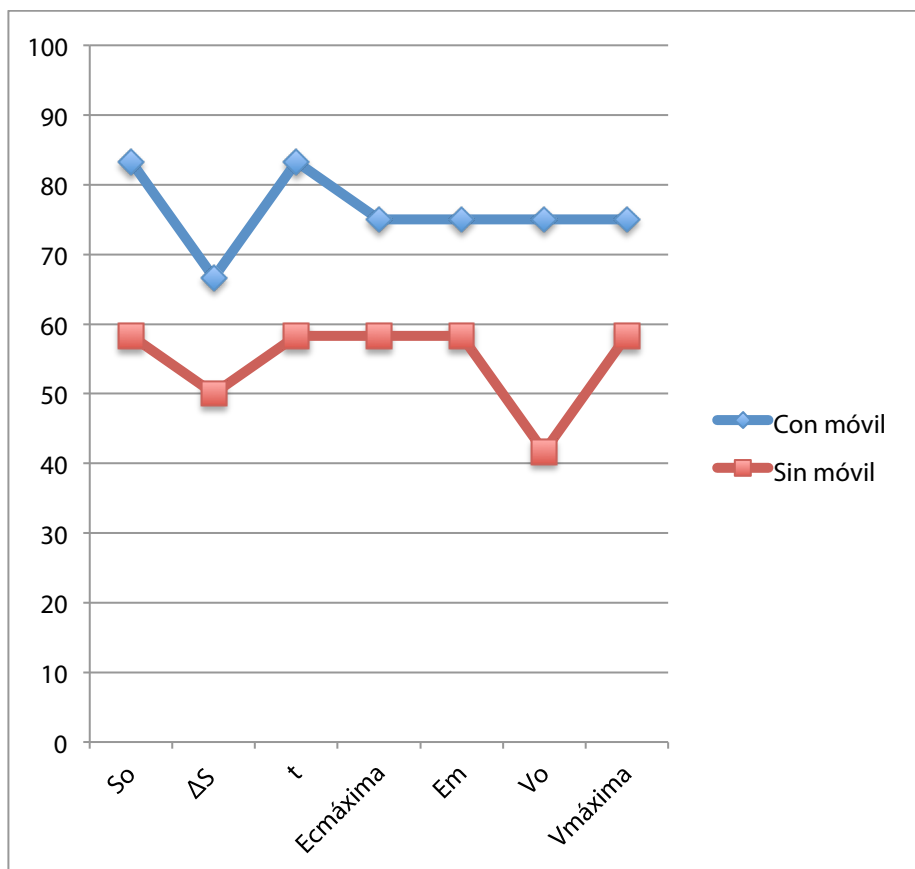


Gráfico 15: Porcentaje de equipos cooperativos que lograron resolver cada apartado del problema "el abismo" en el tramo de bajada

5.4.1.4.2 – La tarántula

En La tarántula, al igual que en el abismo, los alumnos resuelven el problema en dos tramos de estudio:

- un primer tramo de subida para afianzar el MRU, donde los estudiantes tienen que hallar el valor de la velocidad de subida, el desplazamiento durante la subida y las ecuaciones $S-t$ y $V-t$ de ese tramo.
- un segundo tramo correspondiente a la primera bajada antes del primer looping, donde los alumnos tienen que hallar el valor de la posición y velocidad inicial, el desplazamiento, el tiempo, la energía cinética máxima, la energía mecánica y la velocidad máxima alcanzada.

5.4.1.4.2.1 –Tarántula |tramo de subida

Las tabla 52 y el gráfico 16 muestran el porcentaje de equipos cooperativos que consiguieron resolver cada apartado del tramo de subida de la atracción “la tarántula”.

Tabla 52: Tarántula tramo de subida

	Con móvil	Sin móvil
Identificar MRU (subida)	66,67	16,67
V_{subida}	66,67	16,67
E_p (Pto más alto)	58,33	16,67
ΔS	58,33	8,33
Ecuaciones (S-t y V-t)	66,67	16,67

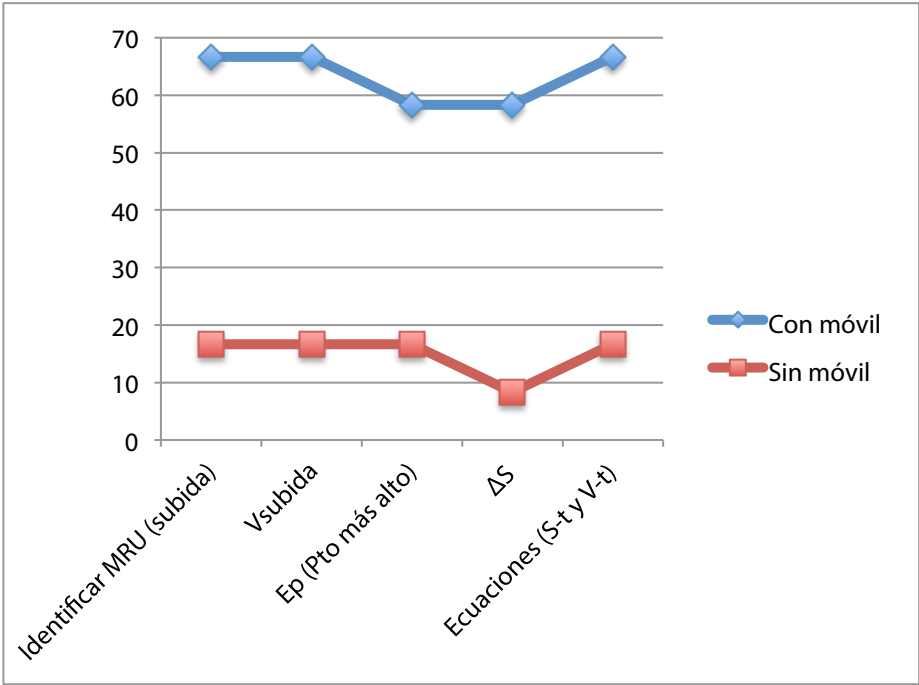


Gráfico 16: Porcentaje de equipos cooperativos que lograron resolver cada apartado del problema "la tarántula" en el tramo de subida

5.4.1.4.2.2 –Tarántula | tramo de bajada

Las tabla 53 y el gráfico 17 muestran el porcentaje de equipos cooperativos que consiguieron resolver cada apartado del tramo de la primera bajada de la atracción “la tarántula”.

Tabla 53: Tarántula tramo de bajada

	Con móvil	Sin móvil
S_o	50	16,67
ΔS	50	16,67
t	66,67	16,67
$E_{c\text{máxima}}$	66,67	16,67
E_m	66,67	16,67
V_o	66,67	16,67
$V_{\text{máxima}}$	66,67	16,67

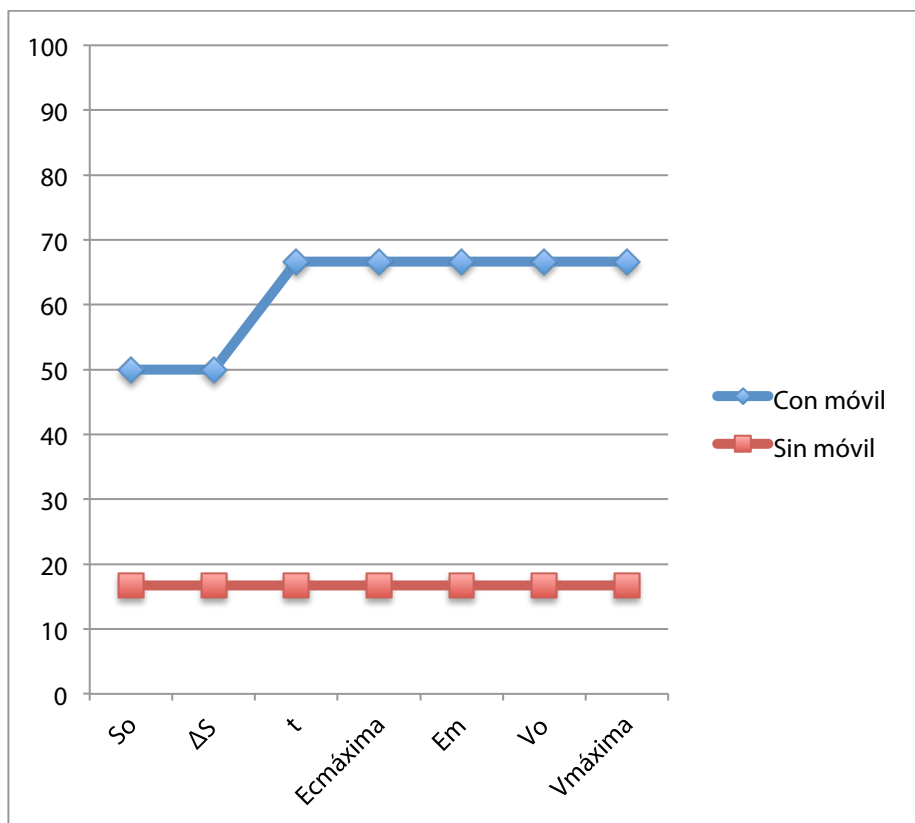


Gráfico 17: Porcentaje de equipos cooperativos que lograron resolver cada apartado del problema "la tarántula" en el tramo de bajada

5.4.1.4.3 – La máquina

La máquina es un problema contextualizado voluntario, en esta atracción los alumnos tienen que investigar las oscilaciones de un “péndulo simple”. Los estudiantes tienen que hallar el valor de su período, frecuencia de oscilación, velocidad máxima alcanzada, energía potencial en el punto más alto y la energía cinética máxima. La tabla 54 y el gráfico 18 muestran el porcentaje de equipos cooperativos que lograron resolver cada apartado del problema “la máquina”.

Tabla 54: Abismo tramo de subida

	Con móvil	Sin móvil
T	16,67	0,00
f	16,67	0,00
V _{máx}	8,33	0,00
Ep _{máx}	16,67	0,00
Ec _{máx}	8,33	0,00

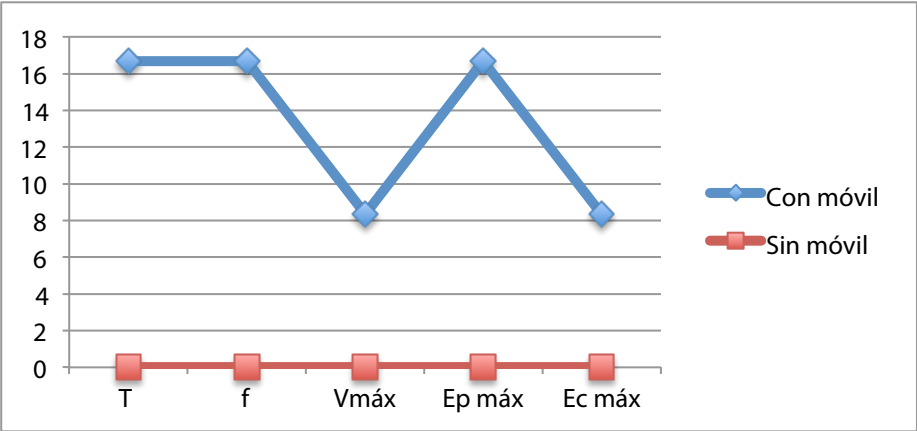


Gráfico 18: Porcentaje de equipos cooperativos que lograron resolver cada apartado del problema “la máquina”

5.4.2 – Tasa de éxito

5.4.2.1 – Informes entregados a tiempo

La tabla 55 y el gráfico 19 muestran el porcentaje de estudiantes que entregan el informe a tiempo.

Tabla 55: *Porcentaje de alumnos que entregan el informe a tiempo*

Alumnos entregan a tiempo informe	
Con móvil	92,16
Sin móvil	80,77

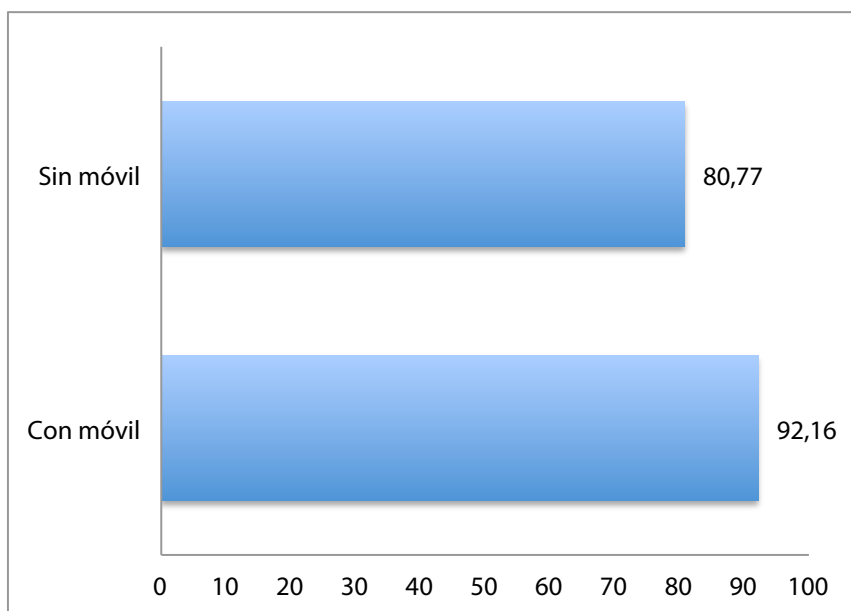


Gráfico 19: *Porcentaje de alumnos que entregan el informe a tiempo*

5.4.2.2 – Informes completados

La tabla 56 y el gráfico 20 recogen el porcentaje de estudiantes que sus informes alcanzan los criterios de evaluación mínimos establecidos.

Tabla 56: *Porcentaje de alumnos cuyos informes alcanzan los criterios de evaluación mínimos establecidos*

Informes aptos	
Con móvil	72,55
Sin móvil	56,86

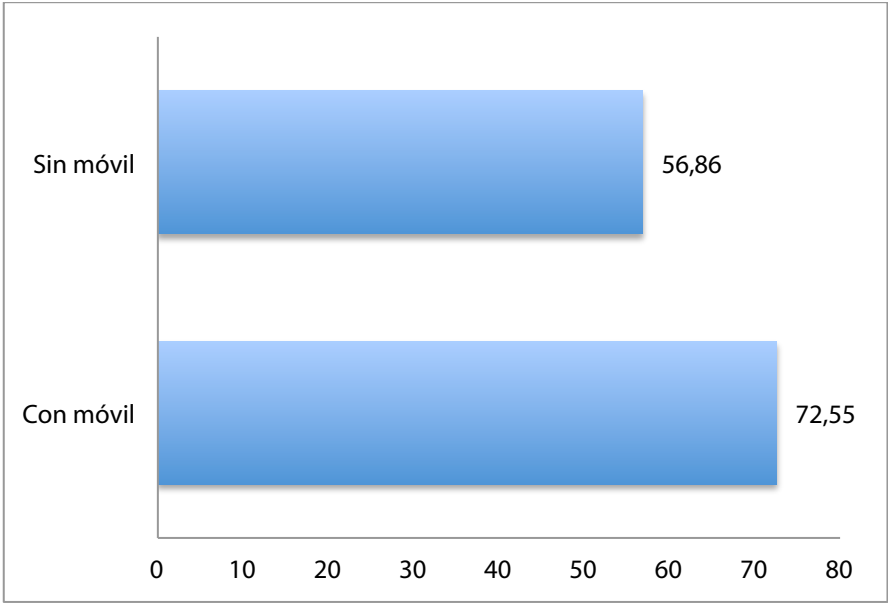


Gráfico 20: *Porcentaje de alumnos cuyos informes alcanzan los criterios de evaluación mínimos establecidos*

5.4.3 – Conclusiones del alumnado

La tabla 57 y el gráfico 21 muestran el promedio de conclusiones emitidas por grupo cooperativo en las dos atracciones obligatorias (la lanzadera y las sillas voladoras).

Tabla 57: *Promedio de conclusiones por equipo cooperativo*

	Lanzadera	Sillas voladoras
Con móvil	5,83	3,92
Sin móvil	3,33	2,58

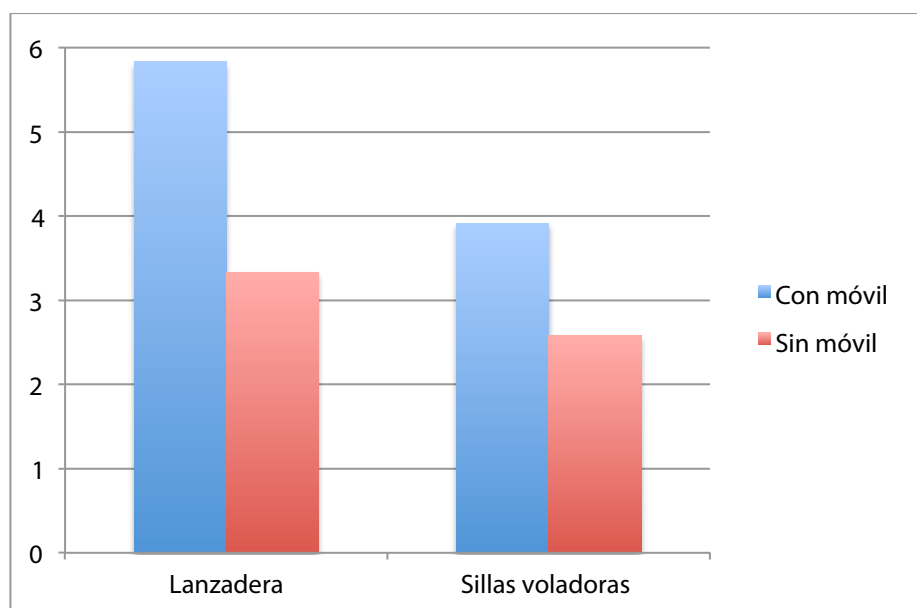


Gráfico 21: *Promedio de conclusiones por equipo cooperativo*

5.4.4 – Distribución del tiempo

Tras la fase de experimentación, se dedicaron nueve sesiones para procesar los datos, elaborar un informe y preparar una presentación. El profesor recogió en una hoja de registro de sesiones a qué dedicó cada grupo cada una de las sesiones. La tabla 58 recoge el promedio de sesiones que dedican los grupos cooperativos, tras la fase de experimentación, a realizar cálculos y representar gráficamente, analizar resultados, publicar el informe y preparar la exposición.

Tabla 58: Promedio de sesiones que dedican los grupos cooperativos

	Con móvil	Sin Móvil
Cálculos y representación gráfica	1,333	3,417
Análisis de datos	3,583	1,833
Publicación del informe	2,667	2,583
Preparación de la exposición	1,417	1,167

El gráfico 22 recoge, comparando los grupos cooperativos que utilizan dispositivos móviles con los grupos que no los usan, el promedio de sesiones que dedican los equipos a realizar cálculos y representar gráficamente, analizar resultados, publicar el informe y preparar la exposición.

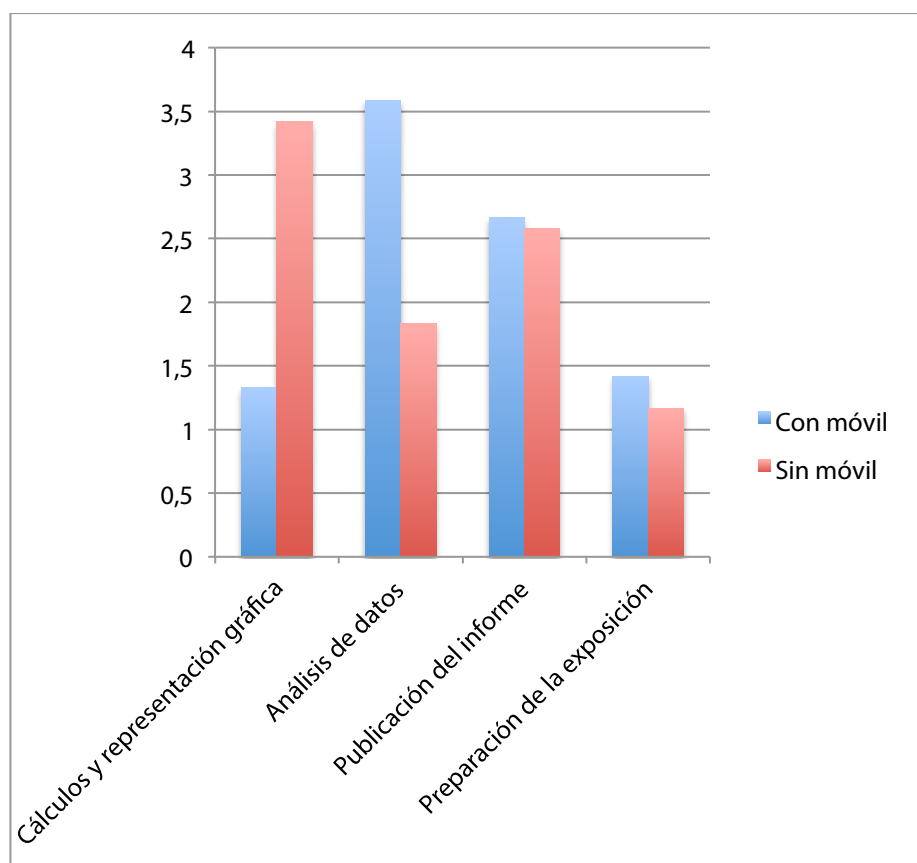


Gráfico 22: Promedio de sesiones que dedican los grupos cooperativos

El gráfico 23 muestra el porcentaje de tiempo que dedican los alumnos que utilizan dispositivos móviles a cada una de las tareas de la fase final del proyecto.



Gráfico 23: *Porcentaje de distribución del tiempo de los equipos cooperativos*

que utilizan dispositivos móviles

El gráfico 24 muestra el porcentaje de tiempo que dedican los alumnos que no utilizan dispositivos móviles a cada una de las tareas de la fase final del proyecto.



Gráfico 24: *Porcentaje de distribución del tiempo de los equipos cooperativos que no utilizan dispositivos móviles*

5.4.5 – Estimación de magnitudes

5.4.5.1 – Estimación de posición inicial

En la **actividad 1*, los alumnos estimaron la posición inicial de un móvil. Las tablas 59, 60 y 61 muestran el porcentaje de error que cometieron los alumnos: los que usaron dispositivos móviles en el proyecto y los que no los utilizaron.

Tabla 59: *Porcentaje de alumnos que estiman la posición inicial de un móvil con un error relativo menor del 50%*

% Alumnos - $Er < 50\%$	
Con móvil	56,8627451
Sin móvil	63,46153846

Tabla 60: *Porcentaje de alumnos que estiman la posición inicial de un móvil con un error relativo entre el 50% y el 100%*

% Alumnos - $50 \leq Er \leq 100\%$	
Con móvil	33,33333333
Sin móvil	21,15384615

Tabla 61: *Porcentaje de alumnos que estiman la posición inicial de un móvil con un error relativo mayor del 100%*

% Alumnos - Er > 100%	
Con móvil	9,803921569
Sin móvil	15,38461538

El gráfico 25 muestra comparativamente los errores cometidos por el alumnado a la hora de estimar la posición inicial de un móvil.

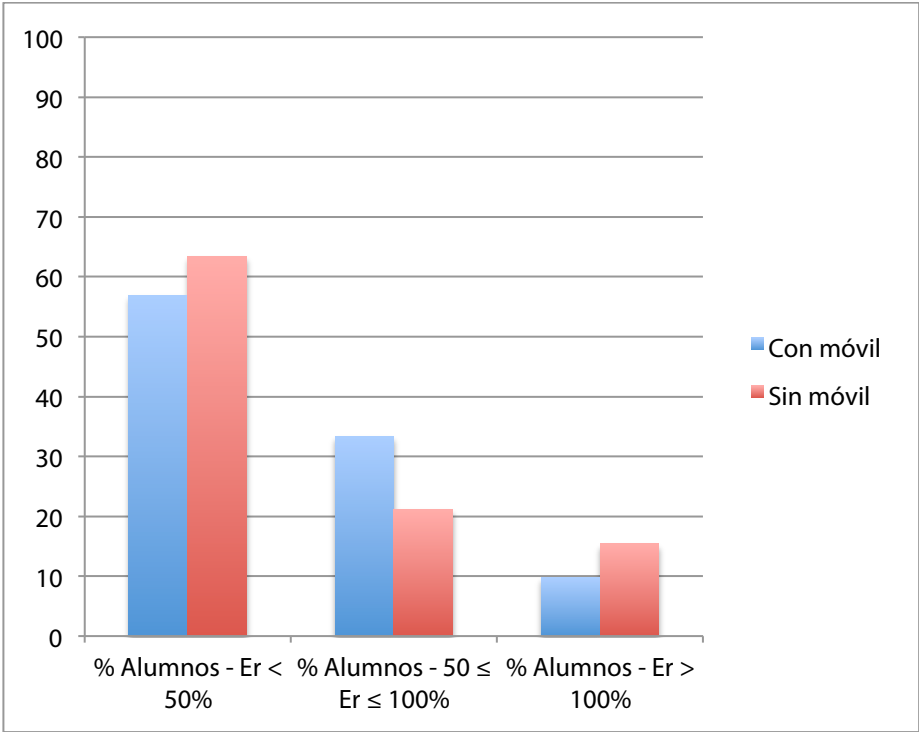


Gráfico 25: *Errores en la estimación de la posición inicial de un móvil*

5.4.5.2 – Estimación de la velocidad media

En la **actividad 1*, los alumnos estimaron la velocidad media de un móvil durante su trayecto. Las tablas 62, 63 y 64 muestran el porcentaje de error que cometieron los alumnos: los que usaron dispositivos móviles en el proyecto y los que no los utilizaron.

Tabla 62: *Porcentaje de alumnos que estiman la velocidad media de un móvil con un error relativo menor del 50%*

% Alumnos - $Er < 50\%$	
Con móvil	27,45098039
Sin móvil	13,46153846

Tabla 63: *Porcentaje de alumnos que estiman la velocidad media de un móvil con un error relativo entre el 50% y el 100%*

% Alumnos - $50 \leq Er \leq 100\%$	
Con móvil	47,05882353
Sin móvil	42,30769231

Tabla 64: Porcentaje de alumnos que estiman la velocidad media de un móvil con un error relativo mayor del 100%

% Alumnos - Er > 100%	
Con móvil	25,49019608
Sin móvil	44,23076923

El gráfico 26 muestra comparativamente los errores cometidos por el alumnado a la hora de estimar velocidad media de un móvil.

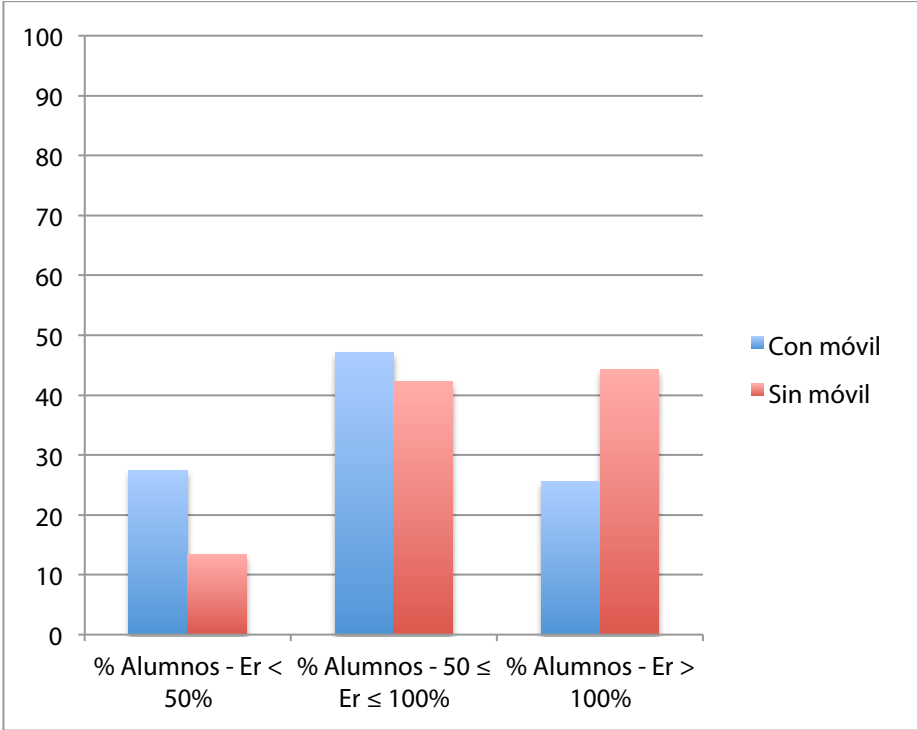


Gráfico 26: Errores en la estimación de la velocidad media de un móvil

5.4.5.3 – Estimación de la aceleración

En la **actividad 1*, los alumnos estimaron la aceleración de un móvil durante su trayecto. Las tablas 65, 66 y 67 muestran el porcentaje de error que cometieron los alumnos: los que usaron dispositivos móviles en el proyecto y los que no los utilizaron.

Tabla 65: *Porcentaje de alumnos que estiman la aceleración de un móvil con un error relativo menor del 50%*

% Alumnos - $Er < 50\%$	
Con móvil	11,76470588
Sin móvil	3,846153846

Tabla 66: *Porcentaje de alumnos que estiman la aceleración de un móvil con un error relativo entre el 50% y el 100%*

% Alumnos - $50 \leq Er \leq 100\%$	
Con móvil	35,29411765
Sin móvil	5,769230769

Tabla 67: *Porcentaje de alumnos que estiman la aceleración de un móvil con un error relativo mayor del 100%*

% Alumnos - Er > 100%	
Con móvil	52,94117647
Sin móvil	90,38461538

El gráfico 27 muestra comparativamente los errores cometidos por el alumnado a la hora de estimar velocidad media de un móvil.

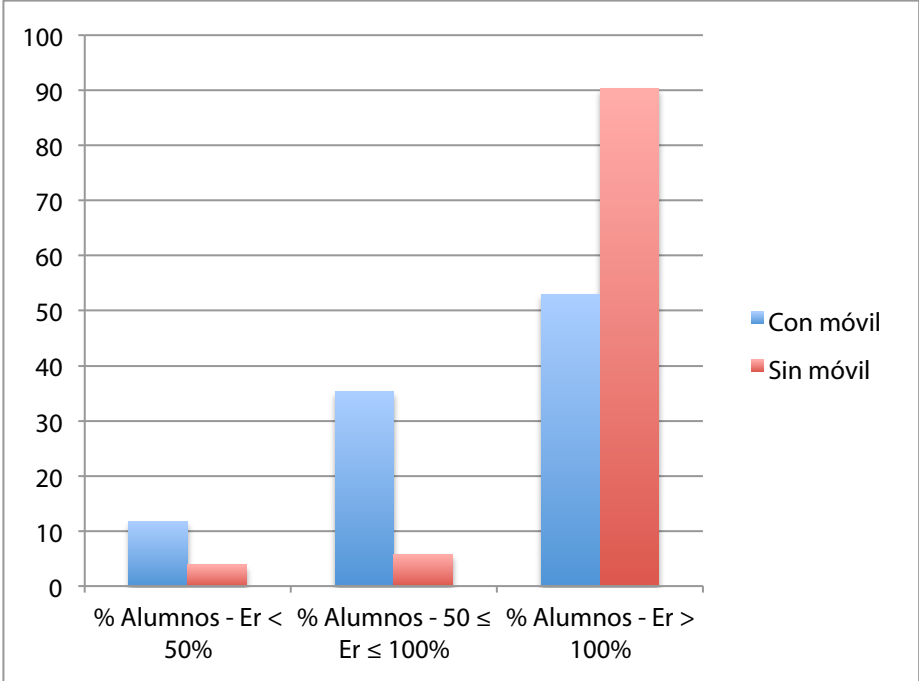


Gráfico 27: *Errores en la estimación de la aceleración de un móvil*

5.4.6 – Análisis e interpretación de gráficas S-t y V-t

5.4.6.1 – Análisis e interpretación de gráfica S-t

En el **ejercicio 1*, los alumnos tuvieron que determinar la posición inicial (S_0), la velocidad (V) y la ecuación del movimiento a partir de la lectura e interpretación de una gráfica S-t de un MRU (Movimiento Rectilíneo Uniforme). La tabla 68 y el gráfico 28 comparan los resultados en la interpretación de la gráfica S-t entre los estudiantes que usaron dispositivos móviles en el proyecto y los que no lo utilizaron.

Tabla 68: *Porcentaje de alumnos que determinan la posición inicial (S_0), la velocidad (V) y la ecuación del movimiento a partir de una gráfica S-t*

	% Alumnos - S_0	% Alumnos - V	% Alumnos - Ecuación
Con móvil	96,078	94,118	82,353
Sin móvil	78,846	65,385	65,385

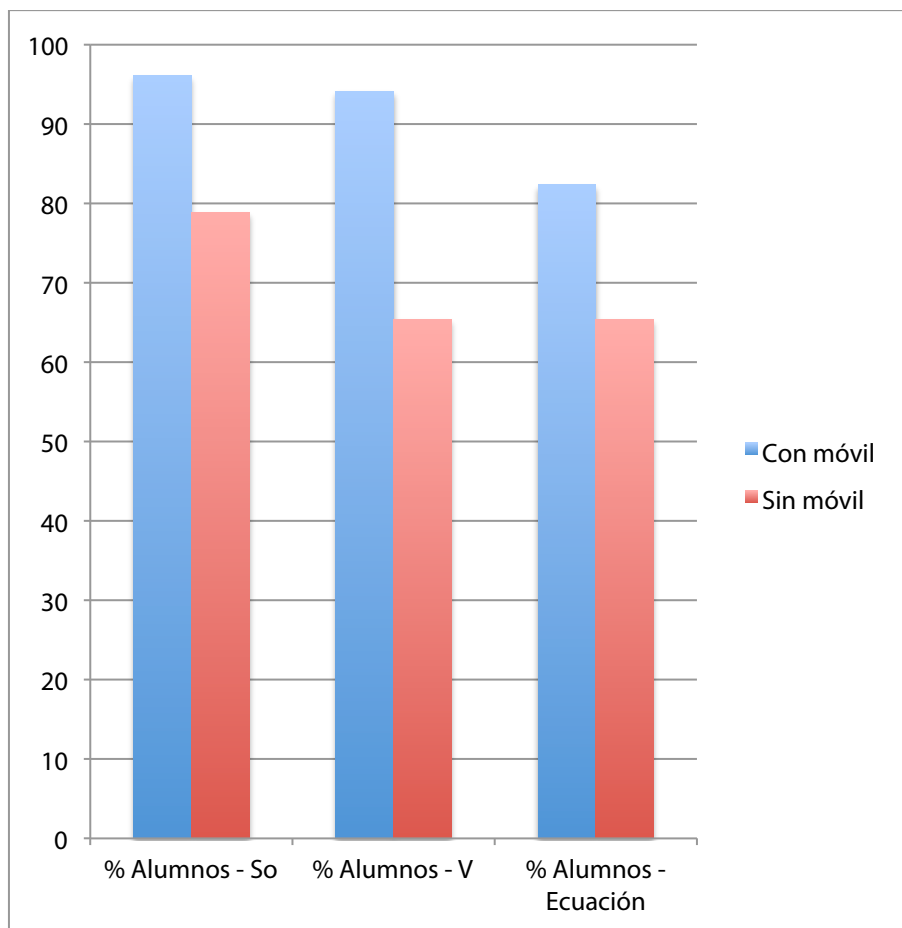


Gráfico 28: Porcentaje de alumnos que determinan la posición inicial (S_0), la velocidad (V) y la ecuación del movimiento a partir de una gráfica $S-t$

5.4.6.1 – Análisis e interpretación de gráfica V-t

En el *ejercicio 2, los alumnos tuvieron que determinar la velocidad inicial (V_0), la aceleración (a) y la ecuación del movimiento a partir de la lectura e interpretación de una gráfica V-t de un MRUA (Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado). La tabla 69 y el gráfico 29 comparan los resultados en la interpretación de la gráfica V-t entre los estudiantes que usaron dispositivos móviles en el proyecto y los que no lo utilizaron.

Tabla 69: Porcentaje de alumnos que determinan la velocidad inicial (V_0), la aceleración (a) y la ecuación del movimiento a partir de una gráfica V-t

	% Alumnos - V_0	% Alumnos - a	% Alumnos - Ecuación
Con móvil	96,078	90,196	78,431
Sin móvil	80,769	65,385	55,769

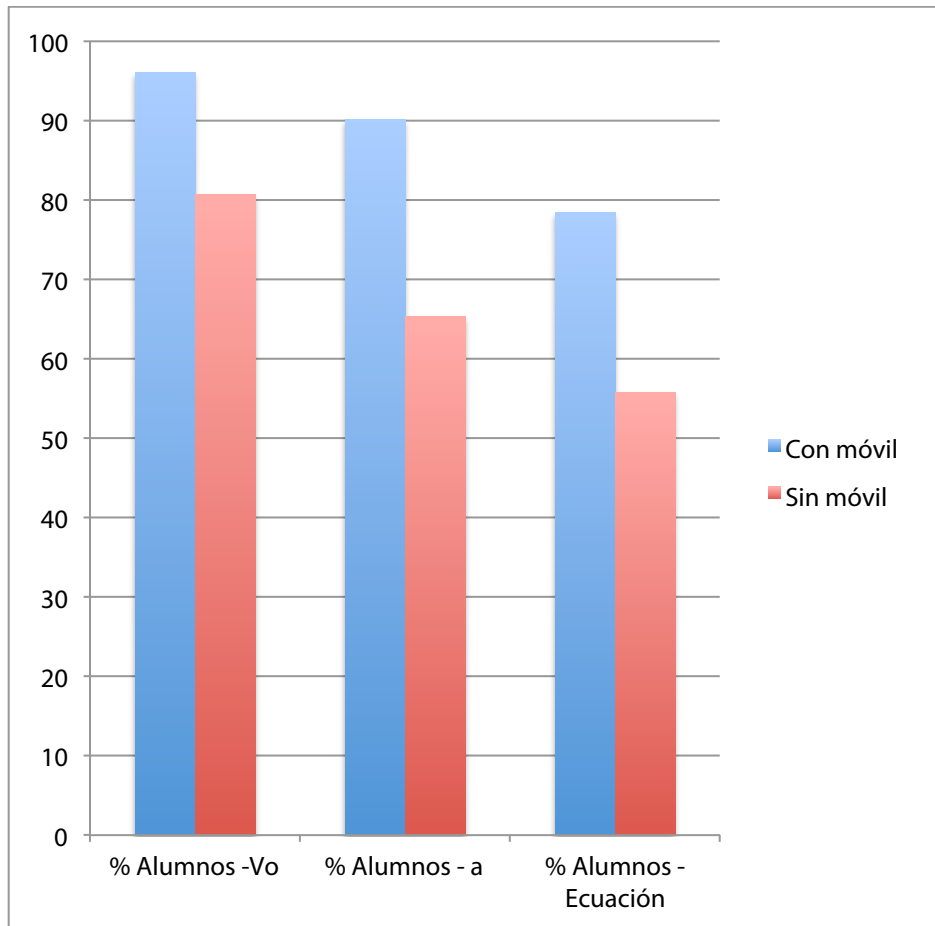


Gráfico 29: Porcentaje de alumnos que determinan la velocidad inicial (V_o), la aceleración (a) y la ecuación del movimiento a partir de una gráfica $V-t$

5.4.7 – Medidas en SI (Sistema Internacional)

5.4.7.1 – Magnitudes fundamentales

En el *ejercicio 3, los alumnos tuvieron expresar medidas de magnitudes fundamentales en unidades del SI (Sistema Internacional). La tabla 70 y el gráfico 30 recogen el porcentaje de alumnos que lograron resolver el ejercicio con éxito.

Tabla 70: *Porcentaje de alumnos que expresaron correctamente las medidas de magnitudes fundamentales en SI*

Magnitudes fundamentales	
Con móvil	74,51
Sin móvil	82,69

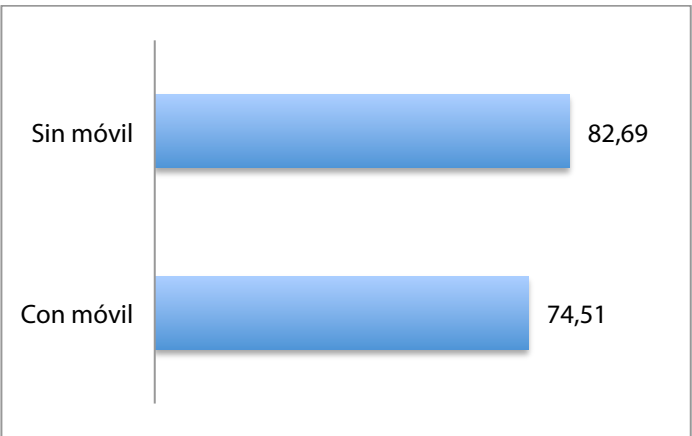


Gráfico 30: *Porcentaje de alumnos que expresaron correctamente las medidas de magnitudes fundamentales en SI*

5.4.7.2 – Magnitudes derivadas

En el *ejercicio 4, los alumnos tuvieron expresaron medidas de magnitudes derivadas en unidades del SI (Sistema Internacional). La tabla 71 y el gráfico 31 recogen el porcentaje de estudiantes que lograron resolver el ejercicio con éxito.

Tabla 71: *Porcentaje de alumnos que expresaron correctamente las medidas de magnitudes derivadas en SI*

Magnitudes derivadas	
Con móvil	29,41
Sin móvil	71,15

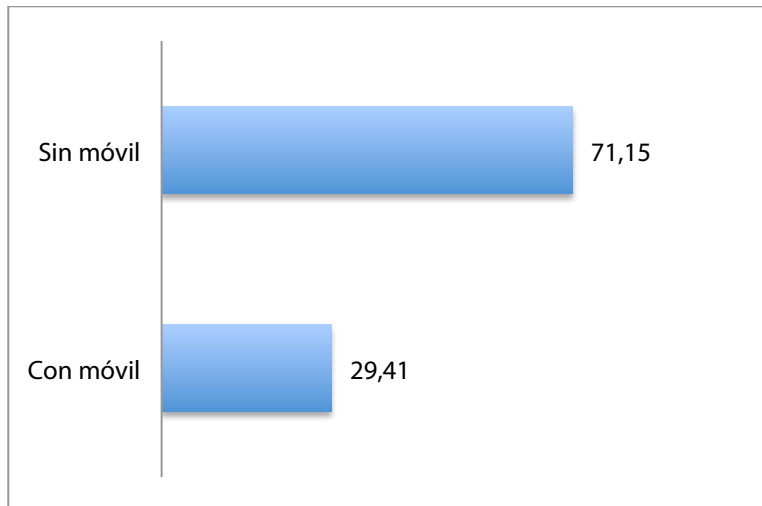


Gráfico 31: *Porcentaje de alumnos que expresaron correctamente las medidas de magnitudes derivadas en SI*

5.5 – Resultados del cuestionario final

5.5.1 – Percepción de dificultad

En la tabla 72 podemos observar la percepción de dificultad, en tanto por ciento, que tiene el alumnado que trabajó con móviles ante el aprendizaje de física tras la finalización del proyecto.

Tabla 72: Percepción de dificultad, de los alumnos que utilizaron móviles, ante el aprendizaje de física

Con móvil	
Muy difícil	5,88
Difícil	17,65
Fácil	35,29
Muy fácil	41,18

El gráfico 32 recoge la percepción de dificultad que tiene el alumnado que trabajó con móviles ante el aprendizaje de física tras la finalización del proyecto.

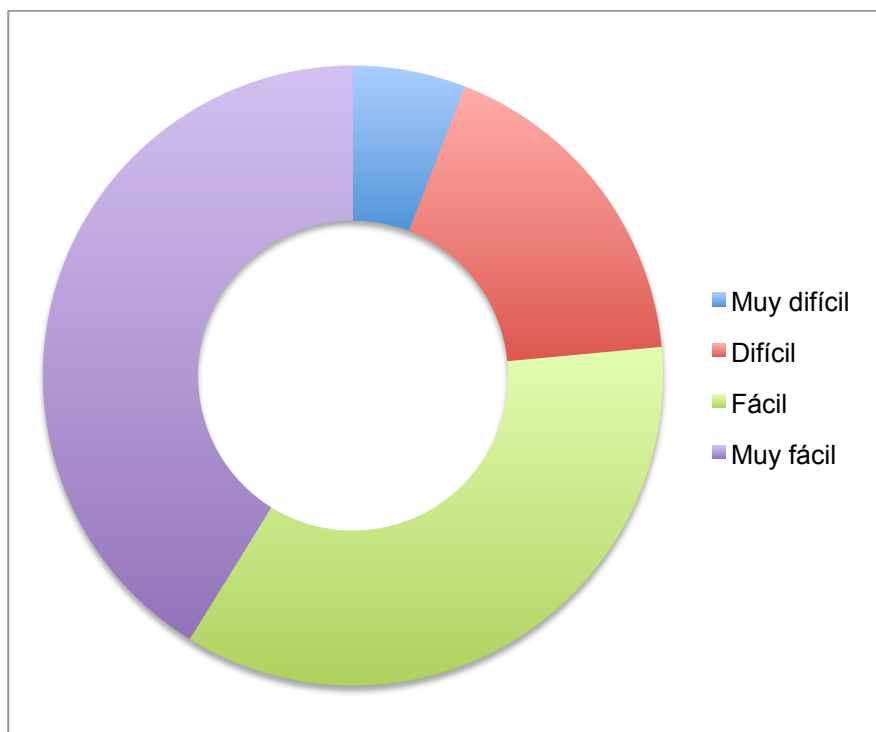


Gráfico 32: *Percepción de dificultad, de los alumnos que utilizaron móviles, ante el aprendizaje de física*

La tabla 73 muestra la percepción de dificultad, en tanto por ciento, que tiene el alumnado que no utilizó dispositivos móviles ante el aprendizaje de física tras la finalización del proyecto.

Tabla 73: *Percepción de dificultad, de los alumnos que no utilizaron dispositivos móviles, ante el aprendizaje de física*

Sin móvil	
Muy difícil	19,23
Difícil	32,69
Fácil	28,85
Muy fácil	19,23

El gráfico 33 recoge la percepción de dificultad que tiene el alumnado que no trabajó con móviles ante el aprendizaje de física tras la finalización del proyecto.

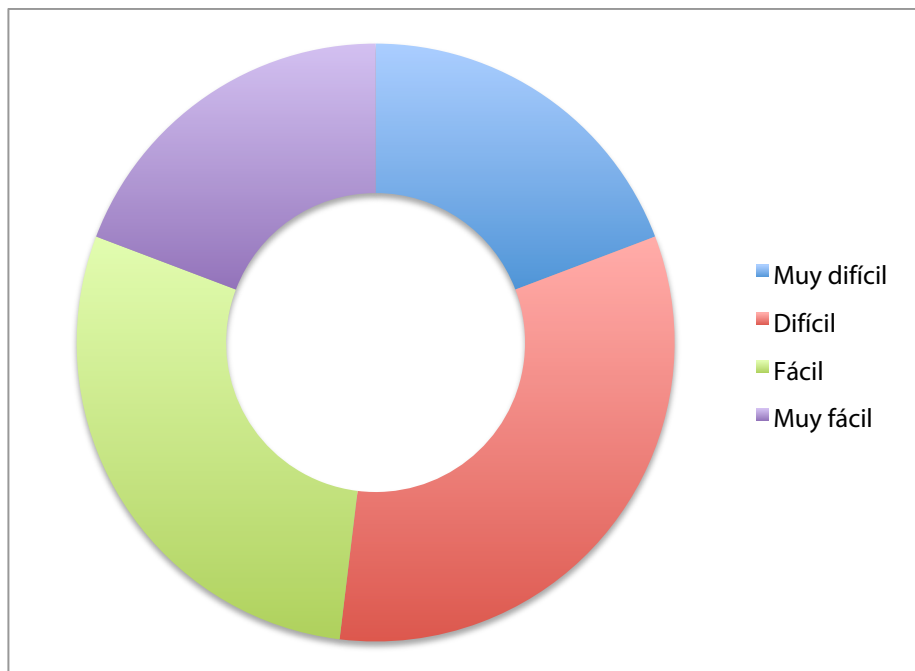


Gráfico 33: *Percepción de dificultad, de los alumnos que no utilizaron móviles, ante el aprendizaje de física*

El gráfico 34 es comparativo, muestra la percepción de dificultad que los estudiantes ante el aprendizaje de física tras la finalización del proyecto.

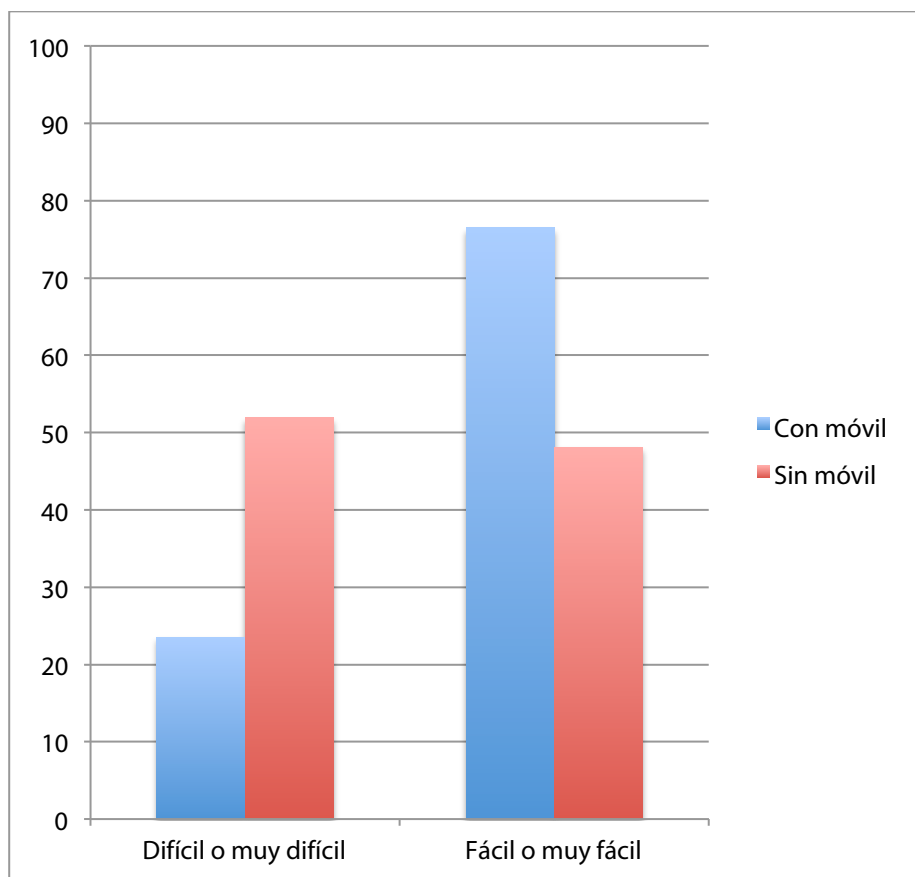


Gráfico 34: Percepción de dificultad de los estudiantes ante el aprendizaje de física

5.5.2 – Índice NPS

Frederick y Reichheld (2003) proponen en su artículo *The One Number You Need to Grow* el índice NPS (*Net Promoter Score*) para medir la satisfacción de los usuarios. En el cuestionario final se planteó la pregunta ¿Qué probabilidad hay de que recomiendes a tus compañeros esta forma de aprender física? Los alumnos tuvieron que calificar la probabilidad en una escala del 0 al 10, donde el 0 corresponde a “Muy improbable” y el 10 “Seguro que lo recomendaría”. Según las respuestas recogidas, se clasifica a los encuestados en detractores, pasivos y promotores:

- Detractores: los que otorgan una puntuación de 0 a 6.
- Pasivos: los que asignan una puntuación de 7 u 8.
- Promotores: cuando la puntuación asignada es de 9 o 10 puntos.

Una vez clasificados los encuestados, se calcula el índice NPS con la siguiente fórmula:

$$\text{Índice NPS} = \% \text{ Promotores} - \% \text{ Detractores}$$

Por lo que el índice NPS puede tomar valores desde -100 hasta 100. Un índice superior a 0 se considera bueno y un NPS mayor o igual a 50 se considera excelente.

La tabla 74 recoge los resultados obtenidos por el grupo de alumnos que utilizaron dispositivos móviles, ante la pregunta ¿Qué probabilidad hay de que recomiendes a tus compañeros esta forma de aprender física? La tabla 75 muestra el índice NPS de los estudiantes que utilizaron dispositivos móviles.

Tabla 74: Clasificación NPS de alumnos que utilizaron dispositivos

	Detractores (De 0 a 6)	Pasivos (7 u 8)	Promotores (9 o 10)
Frecuencia	0	12	39
Porcentaje	0	23,529	76,471

Por lo que su índice NPS vendrá dado por:

$$\text{NPS} = 76,471 - 0 = 76,471$$

Tabla 75: Índice NPS alumnos que utilizaron dispositivos

	NPS
Con móvil	76,47058824

El gráfico 35 muestra la clasificación NPS del grupo que utilizó dispositivos móviles .

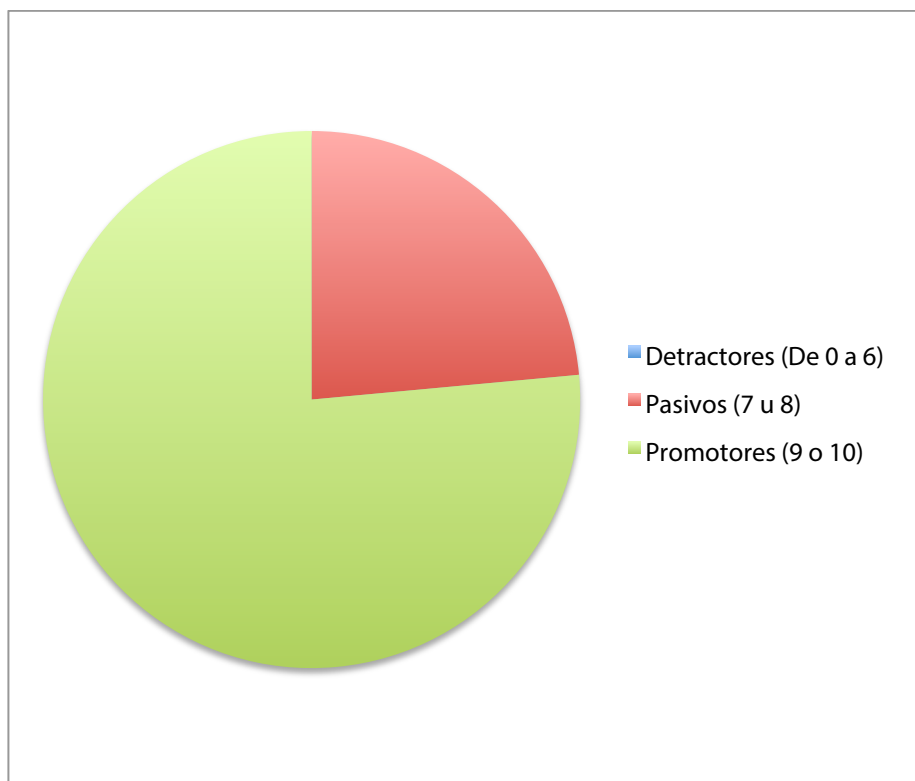


Gráfico 35: *Clasificación NPS de alumnos que utilizaron dispositivos*

La tabla 76 recoge los resultados obtenidos por el grupo de estudiantes que no utilizaron dispositivos móviles, ante la pregunta ¿Qué probabilidad hay de que recomiendes a tus compañeros esta forma de aprender física? La tabla 77 muestra el índice NPS de los alumnos que no utilizaron dispositivos móviles.

Tabla 76: *Clasificación NPS de alumnos que no utilizaron dispositivos*

	Detractores (De 0 a 6)	Pasivos (7 u 8)	Promotores (9 o 10)
Frecuencia	0	11	41
Porcentaje	0	21,569	80,392

Por lo que su índice NPS vendrá dado por:

$$\text{NPS} = 80,392 - 0 = 80,392$$

Tabla 77: *Índice NPS alumnos que no utilizaron dispositivos*

	NPS
Con móvil	80,392

El gráfico 36 muestra la clasificación NPS del grupo que no utilizó dispositivos móviles .

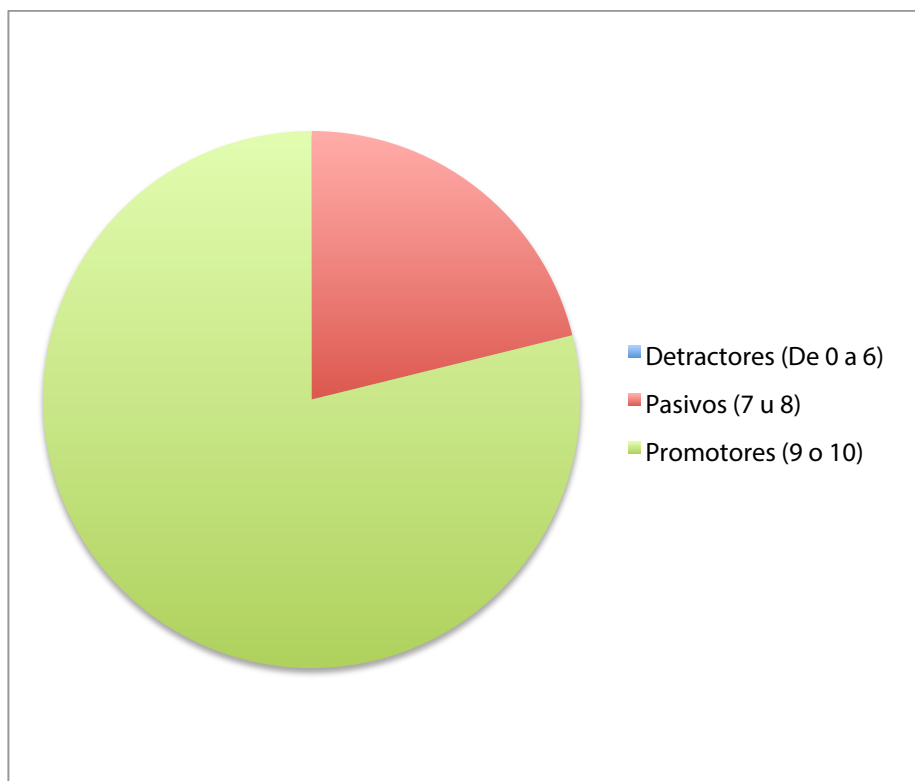


Gráfico 36: Clasificación NPS de alumnos que no utilizaron dispositivos

5.5.3 – Valoración de aplicaciones

Los alumnos que utilizaron dispositivos móviles valoraron la utilidad de las aplicaciones para el aprendizaje de física.

5.5.3.1 – SPARKvue

La tabla 78 recoge las valoraciones de los estudiantes que utilizaron dispositivos móviles de la utilidad de SPARKvue para el aprendizaje de física.

Tabla 78: Utilidad de la aplicación SPARKvue para el aprendizaje de física

	Frecuencia	Porcentaje
Nada útil	0	0
Poco útil	1	1,961
Bastante útil	6	11,765
Imprescindible	44	86,275

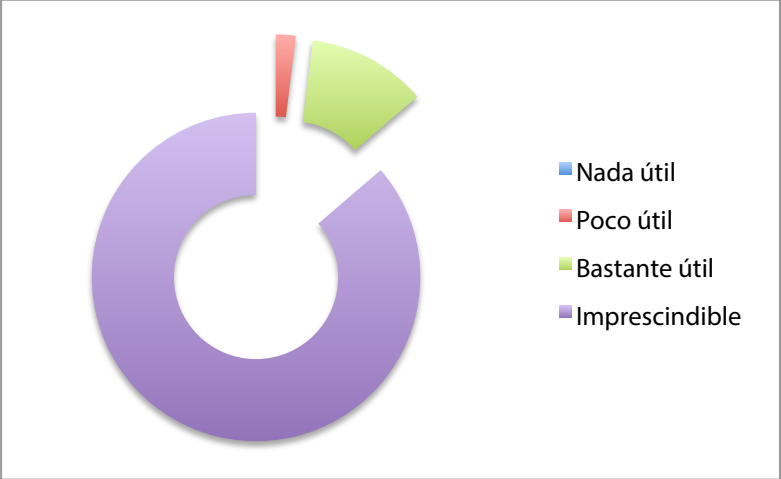


Gráfico 37: Utilidad de la aplicación SPARKvue para el aprendizaje de física

5.5.3.2 – Videophysics

La tabla 79 recoge las valoraciones de los estudiantes que utilizaron dispositivos móviles de la utilidad de Videophysics para el aprendizaje de física.

Tabla 79: Utilidad de la aplicación Videophysics para el aprendizaje de física

	Frecuencia	Porcentaje
Nada útil	2	3,922
Poco útil	4	7,843
Bastante útil	20	39,216
Imprescindible	25	49,020

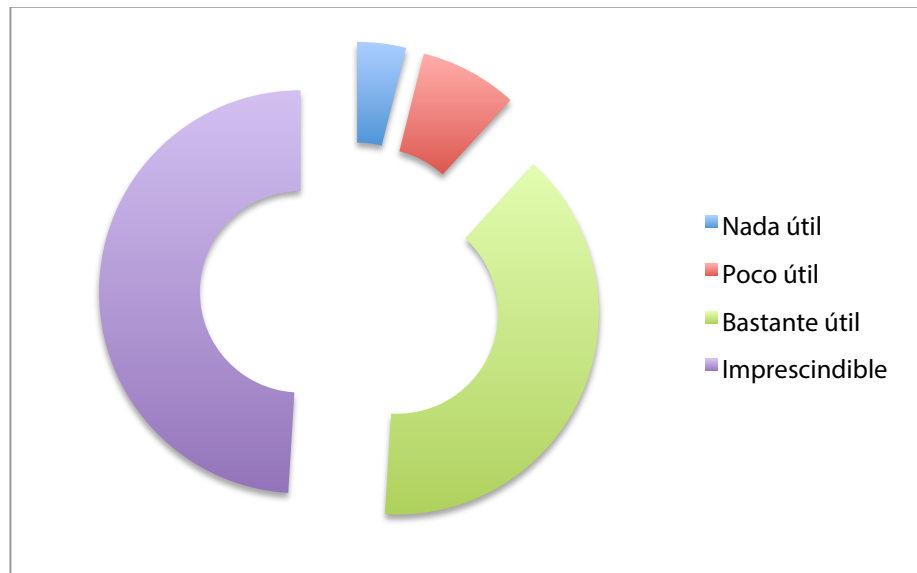


Gráfico 38: Utilidad de la aplicación Videophysics para el aprendizaje de física

5.5.3.3 – Skitch

La tabla 80 recoge las valoraciones de los estudiantes que utilizaron dispositivos móviles de la utilidad de Skitch para el aprendizaje de física.

Tabla 80: *Utilidad de la aplicación Skitch para el aprendizaje de física*

	Frecuencia	Porcentaje
Nada útil	1	1,9608
Poco útil	9	17,647
Bastante útil	22	43,137
Imprescindible	19	37,255

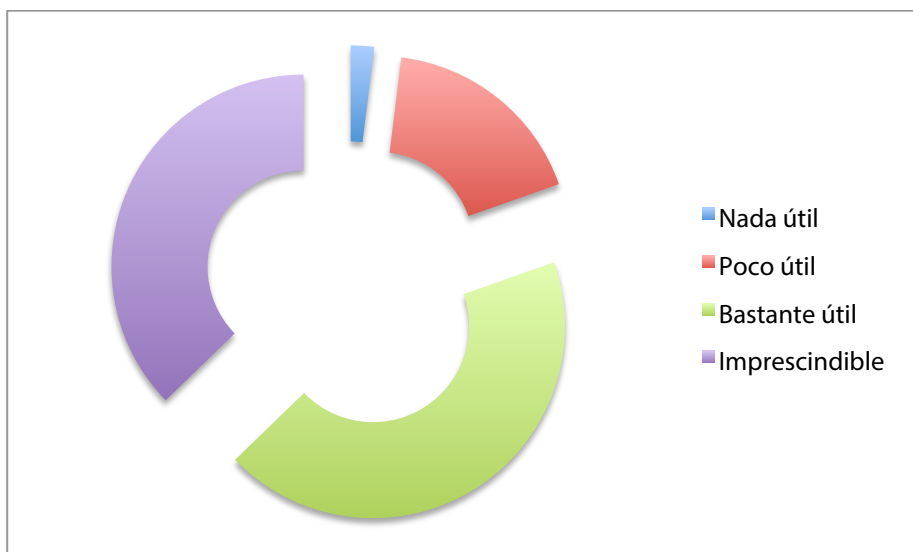


Gráfico 39: *Utilidad de la aplicación Skitch para el aprendizaje de física*

5.5.3.4 – Hojas de cálculo de Google

La tabla 81 recoge las valoraciones de los estudiantes que utilizaron dispositivos móviles de la utilidad de las hojas de cálculo de Google para el aprendizaje de física.

Tabla 81: *Utilidad de la aplicación hojas de cálculo para el aprendizaje de física*

	Frecuencia	Porcentaje
Nada útil	5	9,8039
Poco útil	8	15,686
Bastante útil	17	33,333
Imprescindible	21	41,176

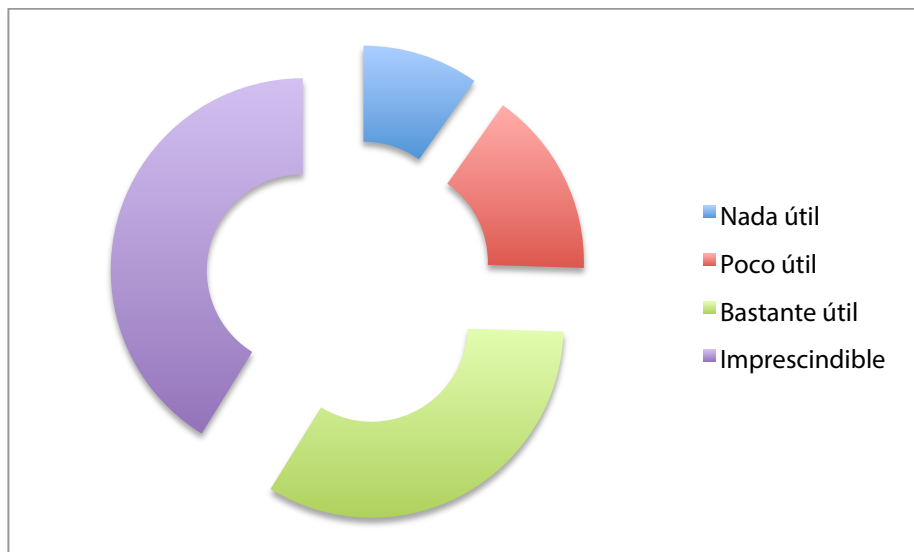


Gráfico 40: *Utilidad de la aplicación hojas de cálculo para el aprendizaje de física*

5.6 – Análisis cualitativo

5.6. 1 - Nuevo modelo de enseñanza - aprendizaje

El cambio en el modelo de enseñanza es una transición que afecta a la comunidad educativa, alumnos, padres y docentes tienen que hacer un proceso de adaptación a nuevos contextos y demandas en el aprendizaje. Las resistencias ante un cambio en estructuras muy estables de procedimientos es una respuesta natural, pero es necesario que los docentes creemos situaciones que amplíen la experiencia del alumnado, que les haga ser conscientes de su capacidad potencial, y les fortalezca la seguridad y la autonomía.

Forzar situaciones que haga salir al alumnado de la zona de confort favorece su crecimiento personal, ya que la novedad implica aprender, evolucionar, reconfigurar el pensamiento y mover la intención. Salir de la zona de confort en el aprendizaje genera un alto grado de motivación, refuerzo personal, confianza y satisfacción. Las situaciones que implican riesgos cognitivos, que desestabilizan nuestra forma de actuar o de pensar propicia que se desarrollen nuevas estrategias, se produzca un proceso de aprendizaje sobre la forma en que se resuelven retos y nos permite descubrir ámbitos personales de eficiencia.

Los alumnos que han participado de la experiencia “Física en movimiento” ponen de manifiesto las dificultades surgidas hasta que: fueron capaces de enfrentarse a las dificultades, orientar la tarea y comprender lo que se requería.

“En un principio, entenderlo (el proyecto). Pero ya superado ese problema, el miedo a poner en práctica todo lo estudiado en un proyecto como este, que prácticamente no sabíamos cómo hacer.” (alumno 1)

“Por momentos no sabía qué cosas debía hacer exactamente para que fuese un buen trabajo ni, a veces, cómo realizarlo correctamente” (alumno 21)

“Desde mi punto de vista el proyecto superó mis expectativas, tanto en contenidos como visualmente. Fue una sorpresa y un orgullo que el trabajo estuviera tan bien realizado” (alumno 12)

5.6. 2 – Contenidos y conceptos

A lo largo del proyecto no se ha prescindido de las clases magistrales y las lecciones explicativas. El alumnado, a través de la experimentación es difícil que llegue a elaborar un constructo de física cinética, similar al desarrollado por cientos de años de progreso en el conocimiento científico.

Los conceptos y los contenidos, se han planteado como una herramienta más del proceso de aprendizaje, ya que permiten desarrollar la competencia de interacción y conocimiento del mundo físico. Las clases explicativas, los conceptos y los contenidos adquieren valor añadido, ya que requieren que sean aplicados en un contexto más amplio. El alumnado, necesita tener un conocimiento profundo de los conceptos para poder realizar las demandas de un aprendizaje basado en un problema real.

Aprender los conceptos básicos se convierte en una necesidad que parte del alumnado y no una exigencia del docente, por lo que el alumno lleva a cabo un proceso más rico: analiza la situación, reflexiona sobre los conceptos que le serán útiles, y busca los medios para adquirirlos. Esto desarrollará estrategias de autoaprendizaje, como se verá más adelante.

“Para comenzar a realizar este proyecto necesitábamos unos conocimientos previos, estos conocimientos los adquirimos en las clases de física que tuvimos antes de ir al Parque de Atracciones. Estas fueron de gran ayuda...”
(alumno 18)

“Antes de empezar el trabajo, estudiamos los movimientos (que no manejaba muy bien). Entonces gracias al estudio y a las explicaciones de mis compañeras, me enteré un poco. Pude aprender las fórmulas de los movimientos y las de las energías. Estas competencias las practiqué luego durante el proyecto”. (alumno 2)

“Para el proyecto también tuve que comprender las diferentes funciones y cálculos característicos del MRU, MRUA y MCU” (alumno 19)

“A parte de estos conocimientos previos cuando fuimos al Parque de Atracciones tuvimos que tomar datos, hacer vídeos, realizar fotos... todo esto nos serviría posteriormente para hacer el proyecto” (alumno 11)

5.6. 3 – Aprendizaje situado

El paradigma de aprendizaje basado en la ubicuidad permite que el aprendizaje se desarrolle en contextos reales, que la persona interaccione con la realidad, busque información, la procese y obtenga conclusiones.

La experimentación es un punto fundamental dentro del proyecto. El corpus de conocimiento científico se ha construido con una base experimental, de ahí, el vínculo indisoluble entre teoría y experimentación. Al realizar un proceso de experimentación, el alumnado desarrolla, motu proprio, el proceso que rige la construcción de conocimiento científico, a través de la experiencia se aceptan o refutan hipótesis o teorías.

La propuesta de actividades experimentales implica que el alumno desarrolle las estrategias del investigador y asuma las herramientas del método científico. Cuando se da al alumnado un conocimiento acabado y cerrado, sin dar la oportunidad de probar, experimentar y validar, no se produce el proceso de asimilación y acomodación, sino que, se asumen contenidos y conceptos que se desechan y se olvidan al no ser significativos.

Todos los procesos que se efectúan en el proceso de interacción con la realidad: observación, recogida de datos, análisis de datos, aplicación de fórmulas... desarrollan capacidades básicas para la adquisición de la competencia científica. Que el alumnado sea capaz de construir la teoría por ensayo-error, genera que los conocimientos sean una construcción personal y no una transferencia unidireccional, en la que los procesos mentales del alumno intervienen en poca medida.

“Destacaría el día en el Parque de Atracciones, ya que gracias a una forma diferente, a través de la propia experimentación, hemos avanzado mucho en la parte de movimientos y energías.” (alumno 4)

“Lo que más me ha gustado ha sido experimentar la física en el parque de atracciones, realmente no era consciente de que en un lugar como el parque de atracciones se podría experimentar tantos movimientos y de una forma divertida. Pero no solo eso, me he dado cuenta que también lo puedo hacer en mi entorno y en mi vida cotidiana. Principalmente he podido visualizar mejor los distintos movimientos y energías gracias a la experiencia en directo en el parque” (alumno 11)

“La visita al parque de atracciones ha sido también una forma muy útil de sentir de primera mano todo lo estudiado y ayudarnos a entenderlo mejor” (alumno 1)

5.6. 4 – Experiencias de aprendizaje positivas

Una característica de los adolescentes es la búsqueda de la experiencia multisensorial en el proceso de construcción de la propia identidad personal. Se basan, entre otras cosas, en la exploración y en la búsqueda de sensaciones nuevas. El adolescente conecta de manera significativa con experiencias emocionales, y de intensidad, que le permitan tener una relación con el entorno significativa.

Un aspecto importante de este proyecto, es que el alumno no solo interacciona, observa y prueba en la realidad, sino que hay una experiencia sensorial, corporal y emocional que han intensificado la práctica y la comprensión de los fenómenos.

“Fuimos al parque de atracciones donde además de observar y tomar datos, nos montamos en las atracciones para sentir cada tipo de movimiento” (alumno 16)

“También me pareció genial poder ver y sentir los tipos de movimientos y no solo limitarse a estudiarlos con un cuaderno en clase.” (alumno 7)

Las experiencias que se imprimen en la memoria son aquellas que conectan con los centros de interés, proporcionan emociones satisfactorias, impactan con intensidad en nuestra narrativa personal.

“Physics on the go ha sido uno de los proyectos en los que más emociones hemos experimentado. El proyecto estuvo cargado de subidas y bajadas que nos dejaron con una sensación de vértigo y adrenalina.”(alumno 2)

“El día en el parque fue el que más disfruté, porque me gustan mucho los parques de atracciones.” (alumno 7)

“Destacaría cuando fuimos al parque a tomar los datos, ya que ese día nos sirvió para unirnos como equipo y tuvo un efecto positivo en el ambiente mientras lo realizábamos” (alumno 14)

Uno de los principios fundamentales, que mueven nuestras acciones, intereses y conductas es la búsqueda de situaciones de placer y evitar experiencias de displacer. Al proporcionar actividades que generan sensaciones positivas estamos favoreciendo el interés por aprender. El alumnado buscará estas experiencias y la función del profesor será orientarle hacia las metas de aprendizaje.

“Destacaría: el día en el Parque de Atracciones, ya que es una experiencia de lo más original y divertida para aprender física” (alumno 4)

“Destacaría, por supuesto, el día que fuimos al Parque de Atracciones, ya que fue la parte del proyecto más divertida” (alumno 17)

“Personalmente, creo que el practicar los contenidos del temario en una actividad con matices tan lúdicos ha cumplido su función de aprender mientras estudias. Estoy segura de que si hubiéramos dado los temas en un formato habitual, a mí me hubiera costado mucho más” (alumno 21)

5.6. 5 – Sobre la comprensión

La adquisición de conceptos abstractos es una de las principales dificultades en la enseñanza de las ciencias, lo que genera la percepción de que es un campo de conocimiento limitado a mentes muy capacitadas. La didáctica de esta disciplina suele estar basada en un aprendizaje memorístico, en el que no hay una reflexión profunda de los conceptos.

Es fundamental que los alumnos sean capaces de entender los fenómenos que queremos que aprendan, que descubran la lógica interna, la estructura de los mismos y puedan llegar a identificar relaciones entre los hechos.

El alumnado es consciente de la mejora en el aprendizaje cuando este es construido con significado y coherencia, cuando los conceptos son elaborados con una base lógica. Considera un mejor rendimiento cuando comprende y razona la estructura de los conceptos que cuando lo aprende de forma repetitiva o de memoria.

“Puedo decir que este proyecto me ha ayudado a retener las fórmulas de los movimientos sin tener que aprenderlas de memoria” (alumno 4)

“pienso que el llegar nosotros a la conclusión de qué movimientos había en cada atracción es una buen método para razonar mejor sobre estos problemas” (alumno 20)

“he reforzado todos los conceptos básicos como movimiento, velocidad, aceleración, etc., de los cuales tenía una idea poco clara” (alumno 1)

5.6. 6 – Aprendizaje aplicado

Durante el proyecto, se requiere que el aprendizaje sea aplicado, ya que es un proceso situacional. El profesor no aísla las variables y da un problema cerrado, sino que se da un problema amplio que hay que ir redefiniendo durante el proceso. El alumnado tiene que basarse en la observación y el ensayo-error para llevar a cabo la toma de datos, desestimar variables, hacer aproximaciones y construir un planteamiento para llegar a las conclusiones requeridas.

“Me ha gustado mucho el proyecto porque he aprendido a ver y entender los movimientos de muchos objetos de la vida cotidiana.” (alumno 7)

El alumno aprende a detectar las variables en la realidad, mientras que en el sistema tradicional son conceptos lingüísticos y simbólicos, en el aprendizaje situado son realidades físicas que hay que percibir y abstraer. En el método magistral se pretende que se comprendan conceptos dinámicos con herramientas estáticas.

“Esta forma de estudiar es realmente interesante, al no ser la típica adoptada por el modelo educativo en el que estamos regidos. Su amplitud va mucho más allá que limitarse a dar teoría en una clase de cuatro paredes, en la que todos estamos sentados mirando hacia una pizarra con un montón de números escritos.” (alumno 3)

Los alumnos conceptualizan las magnitudes, establecen relaciones entre las mismas y extrapolan de la realidad la información necesaria para obtener la velocidad, la aceleración, la energía... y otros conceptos de carácter abstracto que suelen ser de difícil comprensión.

"También tuve problemas con alguna atracción, como la tarántula de la que era hartó complejo sacar otra información que no fuese la velocidad media y las energías, y de la que no disponíamos de suficientes datos."(alumno 14)

Durante el proceso de experimentación, toma de datos y de cálculo, los alumnos son conscientes de la necesidad de aplicar otros conceptos de la física o las matemáticas anteriormente adquiridos: estimación, media, cálculo de errores, uso de notación científica, precisión en la medida y otros procedimientos básicos de las ciencias aplicadas.

"Los tiempos (de subida, de bajada, los periodos...) los conseguí gracias a los vídeos que grabamos de cada atracción. Con un cronómetro medí diez veces todos los tiempos y después calculé la media. Con esa media hice todos los errores absolutos y relativos."(alumno 17)

"También tuve problemas con alguna atracción, como la tarántula de la que era hartó complejo sacar otra información que no fuese la velocidad media y las energías, y de la que no disponíamos de suficientes datos."(alumno 14)

Una de las principales dificultades en matemáticas y ciencias es el análisis y la organización de los datos. En muchos casos, el alumnado no es capaz de extrapolar los datos ni relacionarlos, al no comprenderlos, suele aplicar estrategias mecánicas para la resolución de problemas, ya que el proceso de inferencia deductivo exige una mayor abstracción.

Una de las bases conceptuales de este proyecto, es que los alumnos recaban la información y construyen los problemas, siendo un proceso inverso al tradicional. El alumnado parte de la propia experiencia para elaborar conceptos abstractos. En este método se establece un proceso de inferencia inductivo, ya que a partir de los datos que obtienen son capaces de construir relaciones y conceptualizar la realidad. Entre el alumnado, una de las conclusiones más generalizadas ha sido la importancia de los datos para interpretar y realizar los cálculos de fenómenos físicos.

“Los datos, los apunté en el bloc de notas de nuestro iPad asignado, y fueron recogidos por distintas aplicaciones móviles que eran útiles para la ocasión.” (alumno 5)

“Tomar medidas a partir de los videos que habíamos grabado el día del Parque de Atracciones gracias a los cronómetros de los iPad del colegio.” (alumno 8)

“Utilizamos aplicaciones como Sparkvue y el cronómetro. Además, para la parte multimedia tomamos fotos y videos” (alumno 10)

“Utilice una herramienta de edición de videos instalada en los iPad del colegio, I-movie, un programa que me facilitó la edición” (alumno 19)

5.6.7 – Eficacia en el aprendizaje

Una de las principales reticencias para aplicar innovaciones en la enseñanza de ciencias es que los métodos tradicionales están muy arraigados, y se considera que imprimiendo a los procesos de aprendizaje un alto nivel de formalismo y abstracción se mantiene el rigor científico.

Los docentes que imparten disciplinas científicas consideran que si no se adscriben a modelos explicativos y de resolución de ejercicios y problemas, los alumnos no adquieren los contenidos. En muchas ocasiones, consideran una pérdida de tiempo los proyectos, ya que no depositan confianza en el potencial de aprendizaje de los alumnos si se les permite descubrir y probar los conceptos de manera autónoma.

En el cien por cien de las entrevistas ejecutadas, los alumnos manifiestan que el proyecto les ha servido para aprender, para reforzar conceptos de física y adquirir de forma significativa los conceptos. En sus afirmaciones se aprecia que explican y entienden los conceptos, y son conscientes de los saberes adquiridos.

“He aprendido que un cuerpo está en movimiento cuando cambia su posición respecto de otro que se toma como punto de referencia, y que de un movimiento podemos describirlo hablando sobre varios elementos: móvil, trayectoria, origen, posición, tiempo, relación espacio-tiempo, desplazamiento y espacio recorrido”(alumno 13)

“He aprendido los movimientos MRU, MRUA, MCU y el pendular. Se diferenciarlos y hallar su posición, velocidad, aceleración, velocidad lineal-angular y hacer sus graficas s-t y v-t. También he aprendido a hallar la energía potencial, cinética y la mecánica” (alumno 6)

“He aprendido mucho en cuanto a descripción del movimiento ya que ahora puedo decir con exactitud el tipo de movimiento que está realizando un móvil, desde un movimiento rectilíneo uniforme a un circular uniformemente acelerado” (alumno 20)

“He aprendido los movimientos que están siempre presentes en nuestras vidas de los cuales no somos conscientes otras cosas interesantes como por ejemplo que el movimiento es relativo” (alumno 9)

5.6.8 – Fuentes de construcción de conocimientos

En un modelo de enseñanza estático, en el que las fuentes de información son los libros de texto y la información que da el profesor, los conocimientos están cerrados, y el aprendizaje consiste en el desarrollo de estrategias para reproducir literalmente la información dada.

En un modelo de construcción de teoría, búsqueda de conceptos y consulta de diversas fuentes, el alumnado no solo desarrolla competencias en la búsqueda y discriminación de información, sino que aprende a comparar y contrastar datos y fuentes, desarrolla la actitud crítica ante fuentes no rigurosas, e integra la información dentro de la que ya posee. En este trayecto, aprende de manera natural el proceso flexible de construcción de conocimiento, que en la actualidad se da en un sistema interactivo, reticular, plástico y global.

“Para las entradas busqué información en la página del Parque de Atracciones de Madrid a parte de la que habíamos redactado durante la visita” (alumno 12)

“Busqué información general, técnica e histórica de la atracción para ofrecer una pequeña introducción de cada una” (alumno 15)

“Utilicé alguna foto de internet porque las que teníamos no mostraban una visión completa de las atracciones”

“Para tener claros algunos conceptos y para una buena descripción de los movimientos, he buscado ayuda en Internet y en diferentes páginas especializadas.” (alumno 1)

5.6.9 – Sobre el aprendizaje entre pares

En la adolescencia, como lo confirman los estudios al respecto, el grupo de iguales se convierte en un referente fundamental en el que construir la identidad personal. El grupo es un ecosistema en el que predomina la simetría entre las relaciones y se tiende a consensuar y llegar a acuerdos.

El grupo es un autorregulador de la conducta, las prácticas, las actitudes y en los procesos educativos de los aprendizajes. El grupo es un referente de seguridad, en el que contrastar e informarse, en el que validar una opinión o un conocimiento.

Usar el grupo como punto de partida en la construcción de aprendizaje es un recurso que optimiza el proceso, ya que el adolescente tiende de manera natural a estar en compañía, buscar la reafirmación en el otro, intercambiar experiencias y construir una narrativa común. Es con los iguales con lo que se siente mejor y con los que se entiende.

“Me ayudé de los apuntes tomados previamente en clase, de los vídeos, del libro y de otras fuentes como mis propios compañeros” (alumno 4)

“A trabajar con blogger me han enseñado los compañeros de grupo que ya lo habían utilizado antes” (alumno 17)

En este proyecto se ha orientado la dinámica de grupo hacia metas de comprensión y aprendizaje. La tendencia a la interacción con sus iguales, que manifiestan los adolescentes, se convierte en un impedimento en las clases uno a uno del método tradicional. Una metodología que apuesta por utilizar la tendencia natural de las personas, en su momento evolutivo, obtiene mejor disposición hacia la tarea, y al encontrarse en su medio natural permite que el alumno se muestre más participativo en la propuesta.

“Con el intercambio de información entre los compañeros, he podido comparar mis conocimientos con los suyos y hemos podido aprender todos de todos” (alumno 5)

“La parte que yo destacaría del trabajo de mis compañeros de equipo es la elaboración de las gráficas, todo lo que concierne a los cálculos y el dibujo de la presentación del grupo porque no sé si yo lo hubiera hecho tan bien sin ellos” (alumno 16)

“Los mejores momentos del proyecto fueron esas horas en las que todo el grupo estaba trabajando y sabía lo que tenía que hacer” (alumno 8)

El proceso de construcción del aprendizaje se realiza en colaboración con los otros. De manera natural, los alumnos buscan apoyo en sus compañeros, y a través de estos encuentran más fácil resolver dudas y dificultades. La proximidad generacional favorece que los códigos de comunicación e interacción sean similares, además, la confianza en la simetría de las relaciones, que no se da en la comunicación profesor-alumno, facilitan la seguridad y la apertura para la comprensión.

“A la hora de tener que describir los movimientos de las atracciones, para que yo pueda entenderlo mejor mis compañeras de grupo me ayudaron con la primera descripción que hice, y me lo explicaron.” (alumno 6)

“Antes de empezar el trabajo, estudiamos los movimientos (que no manejaba muy bien). Entonces gracias al estudio y a las explicaciones de mis compañeras, me entere un poco.” (alumno 8)

“Mis compañeras de Equipo Siempre estuvieron dispuestas a ayudarme a comprender mejor las cosas.” (alumno 13)

“He hecho los cálculos físicos directamente, he ido aprendiendo mientras mis compañeras los realizaban, preguntándoles las dudas mientras los hacía”. (alumno 19)

5.6.10 – Aprendizaje cooperativo

La metodología de trabajo colaborativo permite conseguir objetivos difíciles de alcanzar en un sistema individual. La cooperación permite la construcción de conocimiento y de productos de mayor calidad. Los alumnos resaltan el apoyo entre pares como fundamental para llegar al aprendizaje y conseguir los objetivos del proyecto.

“Creo que el hecho de que se haga en grupos es positivo, ya que a la hora de repartir las tareas para tomar medidas antes de empezar a realizar el proyecto, es más fácil, si está organizado correctamente, que si el proyecto lo realizásemos individualmente” (alumno 10)

El grupo funciona como un regulador, todos los miembros del equipo controlan los tiempos, dan feedback a los compañeros, y marcan ritmos de trabajo. El grupo tiene una responsabilidad compartida y cada elemento del mismo tiene un rol que debe cumplir para la evolución del trabajo grupal, por lo tanto, cada participante tiene que colaborar, ya que sus acciones tienen unas consecuencias que le trascienden, afectando a los compañeros; en definitiva, aumenta el compromiso y la corresponsabilidad.

“Yo falte algunos días y como equipo conseguimos organizarnos para que estas faltas no afectaran al desarrollo del trabajo, y lo conseguimos con éxito.”
(alumno 3)

“A mi parecer salió todo como esperaba, ya que los integrantes del grupo cumplieron con su parte” (alumno 6)

“En este trabajo hemos trabajado mucho con mis compañeros del grupo, poniendo mucha dedicación y mucho esfuerzo colaborando entre todos para llevar a cabo el proyecto” (alumno 15)

“Para finalizar, diría que el momento que más me ha llamado la atención fue cuando estuvimos todos en el parque de atracciones, porque fue el momento donde pude ver la importancia que tiene trabajar todos juntos en grupo, organizarse, asignar tareas, responsabilizarse y preocuparse en cumplirlas” (alumno 9)

El trabajo en grupos, con un objetivo común, promueve que el alumno aprenda estrategias de trabajo en equipo, como el consenso, el reparto de tareas, la organización de los materiales, la temporalización de las actividades, el dialogo, la empatía y el espíritu de grupo.

“Al principio el trabajo en equipo estuvo muy desordenado y no teníamos nada claro lo que teníamos que realizar, ni como realizarlo pero tras hablarlo entre nosotros y contrastar opiniones con los demás grupos conseguimos encaminarnos” (alumno 2)

“He podido poner en práctica ciertos mecanismos útiles a

la hora de trabajar en equipo que no había podido poner en práctica hasta la fecha, relativos a cómo comunicarse y cómo organizarse, optimizando el uso de las nuevas tecnologías” (alumno 14)

Uno de los aspectos principales del trabajo por proyectos es la gestión de la temporalización y los plazos de realización. Al convertirse los alumnos en gestores de un proyecto, tienen como obligación adaptarse a las fechas, marcar los ritmos de trabajo y cumplir los plazos.

Resulta imprescindible cumplir los plazos, aunque siempre pueden surgir imprevistos, por lo cual, los alumnos tienen que tener estrategias para hacer frente a dificultades y contratiempos que surjan en el proceso.

La planificación es una competencia fundamental que fomenta la autonomía. El trabajo por proyectos cooperativos desarrolla las capacidades de gestión y organización.

“Destacaría el momento en que me di cuenta que tenía que acelerar el ritmo de mi trabajo y la alegría que supuso acabarlo” (alumno 14)

“Pensé que al haber tanto tiempo para realizar el proyecto y organizándonos bien, lo haríamos bastante tranquilos y bueno, al final los tiempos no salieron tan bien como esperaba” (alumno 3)

“Quizás el problema fue que no empezamos trabajando todo lo que podíamos desde el principio y cuando vimos que al final no nos iba a dar tiempo, empezamos a trabajar más” (alumno 16)

“Deberíamos haber pensado las tareas en casa, repartirlas y en el tiempo que teníamos en el colegio para trabajar, haber empezado”(alumno 21)

5.6.11 – Función del profesor

El docente desempeña un papel secundario. El profesor se convierte en un guía al que recurrir, consultar. Pero siempre desde la voluntariedad de los alumnos y no dentro de un proceso pautado de aprendizaje. La confianza en el alumnado marca la tónica de trabajo, puesto que ellos regulan el proceso, toman decisiones, accionan su voluntad y gestionan los tiempos.

“Efectivamente como nuestro profesor dijo, cuando llegamos al parque nos volvimos “locos” y dejamos un poco de lado la recogida de datos. Pero como ya nos había avisado y lo teníamos todo organizado, al final no salió bien” (alumno 15)

"Lo más difícil para mí ha sido saber cómo organizar el trabajo, que partes poner o que información debíamos meter en el blog, porque al principio no entendía muy bien lo que quería el profesor pero tras consultarle me quedó bastante claro y supe que es exactamente lo que debía poner." (alumno 18)

"El profesor nos dio una charla orientativa de lo que debíamos tener, y en función de ellos, ese mismo día nos repartimos las tareas" (alumno 3)

5.6.12 – Aprendizaje autónomo

La confianza en las capacidades del alumno favorece que asuman un papel activo en el aprendizaje y fomenta la capacidad de aprender a aprender, que es una competencia básica del desarrollo de la persona. La posibilidad de acceder a un conocimiento amplio a través de la tecnología, unido a la capacidad del alumnado de gestionar sus necesidades conceptuales o instrumentales, impulsa el autoaprendizaje, la autoregulación y la independencia intelectual.

"La forma de aprendizaje ha sido bastante autodidacta" (alumno 14)

"Los nuevos efectos de Gimp los he aprendido probando hasta que conseguía realizar una imagen acorde con las expectativas de mi grupo" (alumno 12)

Internet y el acceso a la tecnología facilitan que el alumnado resuelva necesidades o dudas consultando la red. En la actualidad, el acceso a conocimiento experto de forma fácil y rápida, favorece que se consulten fuentes, tutoriales u otras herramientas para el aprendizaje autodidacta. La tecnología ha acelerado las vías y velocidad de acceso, ha aumentado la oferta, proporcionando gran variedad de fuentes y de disciplinas muy diversas y especializadas.

*“En lo que se refiere al uso de las hojas de cálculo, las dudas que he tenido, las he mirado en internet y para la edición de imágenes, viendo tutoriales en youtube”
(alumno 15)*

“En lo referente a la física, lo he aprendido de las explicaciones y reforzando con ejercicios de práctica, aunque en ocasiones para dudas puntuales he consultado el libro o internet.” (Alumno 8)

Generar proyectos de autogestión del aprendizaje favorece una mayor flexibilidad en el alumnado, desarrolla capacidades para dar respuesta a las demandas con autonomía, refuerza la confianza en sus propias capacidades, les estimula a poner en marcha habilidades nuevas o a aumentar y mejorar las que ya poseían, para adaptarse a los nuevos contextos.

“A la hora de montar el video utilice el editor de video de mi casa utilizando los videos recogidos en el parque de atracciones y con apoyo de algunos tutoriales básicos fue una edición normalilla.” (alumno 16)

“Para las cosas que no sabía, lo que hice fue probar por mi cuenta y ayudarme de ciertos tutoriales presentes en Internet.” (alumno 4)

“He aprendido cosas nuevas. Para editar imágenes he descargado la aplicación skitch y el programa Gimp de edición de fotografía y tipografías de la página web Dafont.” (alumno 20)

Se han generado herramientas que permiten el seguimiento del proceso: para que el alumno autorregule su participación y rendimiento, para que los compañeros hagan devolución y para seguimiento del profesor. Las herramientas proporcionadas son: las rubricas de evaluación, la plataforma Edmodo, el diagrama de Gant, la hoja de proceso y el diario de aprendizaje.

“El diario de aprendizaje que me sirvió para recordar detalles que tendía a olvidar pero que eran necesarios para los cálculos y por último gracias a la visualización de los conocimientos en la visita al Parque de Atracciones de Madrid” (alumno 11)

5.6.13 – Desarrollo de otras competencias

El desarrollo integral del proyecto requiere que los alumnos empleen competencias adquiridas en otras materias o contextos, ya que tienen que aplicar una amplia gama de productos: resolver ejercicios, tomar y editar fotografías, grabar y montar vídeos, utilizar hojas de cálculo y gráficas, publicar en plataformas web 2.0, planificar y redactar textos explicativos y realizar una exposición oral del proyecto.

“Además como para el proyecto necesitábamos algunas herramientas, he afianzado mis conocimientos sobre el uso de las hojas de cálculo, en la edición de un blog o de imágenes, y aprendido algunos trucos nuevos”.(alumno 11)

“De diseño gráfico no he aprendido gran cosa aunque he realizado ciertas innovaciones personales al añadir ciertos efectos que a priori no conocía”(alumno 20)

“Durante el proyecto he aprendido a utilizar la herramienta de edición de vídeos” (alumno 19)

“Con las fotos y el blog he continuado practicando los conocimientos que había adquirido en las clases de informática”(alumno 11)

5.6.14 – Difusión de los productos generados

Un requisito del proyecto consistía en crear productos que se comparten en la nube. Al ser visibles por cualquier usuario, exige que se cuide la información y el diseño de los productos. El alumnado participa en la construcción colectiva de conocimiento creado en internet, por lo que son partícipes de la cultura globalizada y conectada. La visibilidad del proyecto permite que familiares y amigos puedan acceder al material generado por los alumnos.

Los productos eran accesibles en la plataforma educativa de trabajo, por lo que todos los equipos podían acceder a la información de los demás, y los proyectos eran enriquecidos por las propuestas publicadas.

Los proyectos compartidos en la red son enriquecidos por el feedback que proporcionan otros usuarios, pudiendo modificar elementos del material generado o bien obteniendo reconocimiento por el producto expuesto. Los alumnos se sienten reforzados si su trabajo recibe valoraciones positivas.

Con la exposición de trabajos y proyectos se crea la identidad digital asociada a un perfil formativo y profesional, por lo que los alumnos aprenden los distintos canales para difundir su trabajo.

“Otro momento a resaltar fue la creación del blog porque sin una plataforma no puedes trabajar.” (alumno 16)

“Primero reunimos todas las fotos y videos que habíamos realizado durante la visita al parque de atracciones y empecé a seleccionar las que mejor recogían los conceptos que después quería mostrar en el Blog” (alumno 3)

“A la hora de coger la información y los cálculos debía entenderlo todo muy bien para poder hallar las palabras exactas que pudiesen describirlo y para que quedase todo muy claro en el Blog” (alumno 6)

“Me hubiese gustado aprender alguna noción sobre el manejo de los blogs o sobre cómo editar imágenes, seguro que me hubiese resultado útil en algún momento.” (alumno 14)

“De todo el proceso destacaría el momento final, cuando todo el trabajo estaba puesto en el blog.” (alumno 17)

5.6.15 – Esfuerzo

La percepción de que los adolescentes no se esfuerzan y evitan comprometerse con el parentizaje está muy extendida entre docentes. Se atribuye a los adolescentes su desconexión con el aprendizaje, su desinterés, su pasotismo y falta de participación. Responsabilizando a los jóvenes de los bajos resultados que se obtienen en la enseñanza obligatoria. Durante todo el desarrollo del proyecto, se aprecia cómo los alumnos han cosntruido de la nada un proyecto que ha implicado programación, gestión de información, análisis de la realidad, recogida y gestión de datos, cálculo de fenómenos físicos, elaboración de material digital, creación de hojas de cálculo y desarrollo de un producto compartido en la web. Evidentemente, el desarrollo de todas estas tareas requiere la participación y dedicación máxima de los alumnos. Surge cuestionarse si el alumnado está dispuesto a involucrarse en su aprendizaje. Se dan circunstancias en el sistema formativo que frenan el impulso natural de las personas a adquirir

nuevos aprendizajes, a superar retos cognitivos y a adquirir competencias que les permitan conquistar su autonomía.

“El día de la entrega del proyecto, en el que uno siente que ha realizado un buen trabajo y se puede sentir orgulloso de su esfuerzo” (alumno 11)

“Ha sido un proyecto muy largo, en el que hemos trabajado muchas horas”. (alumno 17)

“He aprendido todo básicamente con horas de trabajo” (alumno 4)

CAPÍTULO 6

6 – Conclusiones

6.1 – Estimación de magnitudes

Los estudiantes que trabajan con dispositivos móviles estiman con mayor precisión magnitudes derivadas, tablas 62, 63, 64, 65, 66 y 67, y los gráficos 26 y 27.

6.1.1 – Estimación de magnitudes fundamentales

En la **actividad 1*, los alumnos dan un valor aproximado de la posición inicial de un móvil con respecto al punto de referencia. El dato lo recogen con un sensor de movimiento de Pasco y comparan sus estimaciones con la medida del sensor.

Como muestran las tablas 59, 60 y 61, y el gráfico 25, no hay mucha diferencia entre los grupos que trabajan con dispositivos móviles y los que no lo hacen, a la hora de estimar una magnitud fundamental, como es la posición inicial del objeto con respecto al origen. Esto es debido, a que estamos más acostumbrados a estimar distancias y, por ello, apenas hay diferencias en las estimaciones de los dos grupos de estudiantes.

6.1.2 – Estimación de magnitudes derivadas

En la **actividad 1*, los alumnos dan un valor aproximado de la velocidad media y aceleración de un objeto. Todos los datos los recogen con un sensor de movimiento de Pasco. Posteriormente, comparan los datos recogidos por el sensor con sus estimaciones.

En las tablas 62, 63 y 64, y en el gráfico 26, podemos observar, sin embargo, que los alumnos que trabajan con dispositivos móviles estiman con mayor

precisión la velocidad media del objeto. Las tablas 65, 66 y 67, y la gráfica 27 muestran que sucede lo mismo en el caso de la aceleración del objeto durante su trayecto.

Los alumnos que trabajan con móviles recogen información mucho más precisa gracias a los sensores. Al realizar múltiples mediciones durante la experimentación, los estudiantes que utilizan dispositivos móviles son capaces de transferir la experiencia de medición a aproximaciones de magnitudes derivadas. Sus estimaciones son más ajustadas al valor real.

Los estudiantes que no utilizan estos dispositivos muestran estimaciones de magnitudes derivadas más alejadas del valor real. Esto puede deberse a que, al no disponer de sensores, la experiencia de medición es más limitada.

6.2 – **Án**álisis e interpretación de gráficas

6.2.1 – **Án**álisis e interpretación de gráficas S-t

El aprendizaje con dispositivos móviles mejora la lectura e interpretación de gráficas S-t (espacio – tiempo). En el **ejercicio 1*, los estudiantes determinan el valor de la posición inicial, velocidad y aceleración de un MRU (Movimiento Rectilíneo Uniforme), así como la ecuación del movimiento. La tabla 68 y el gráfico 28 muestran que un 94,12% de los alumnos que trabajan con dispositivos móviles determinan correctamente los valores de posición inicial y velocidad del objeto, frente al 65,38% de los alumnos que no utilizan móviles. También, observamos que un 82,35% de los alumnos que usan dispositivos móviles

establecen la ecuación de su movimiento, frente al 65,38% de los estudiantes que no utilizan tecnología móvil.

6.2.2 – Análisis e interpretación de gráficas V-t

El gráfico 29 muestra que los estudiantes que realizan las prácticas con dispositivos móviles, determinan mejor la velocidad inicial del móvil y su aceleración en la interpretación de la gráfica V-t (velocidad – tiempo) de un MRUA (Movimiento Rectilíneos Uniformemente Acelerado) correspondiente al **ejercicio 2*.

En la tabla 58 y en el gráfico 22, queda de manifiesto que los estudiantes que no utilizan dispositivos móviles dedican más tiempo a los cálculos y representación gráfica que al análisis de datos y gráficas. Por el contrario, los alumnos que emplean dispositivos móviles, dedican un mayor porcentaje del tiempo del proyecto al análisis de datos. Aplicaciones, como SPARKvue, simplifican la representación gráfica de resultados, ya que lo hacen de manera automática, facilitan esta labor y permiten dedicar más tiempo al análisis e interpretación de gráficas S-t y V-t.

6.3 – Resolución de problemas contextualizados

6.3.1 – Número de problemas completados

A igualdad de tiempo, los estudiantes que trabajan utilizando dispositivos móviles, realizan más problemas contextualizados, que los alumnos que no los usan. En la tabla 20, observamos que los equipos que disponen de dispositivos móviles, realizan una media de 3,917 investigaciones de atracciones, frente a una media de 2,715 investigaciones de atracciones en los equipos de estudiantes que no emplean el móvil.

6.3.2 – Informes de resolución de problemas

Los gráficos 9, 10, 11, 12 y 13, evidencian que el alumnado que trabaja con dispositivos móviles, elabora informes más completos que el alumnado que no utiliza tecnología móvil.

6.3.3 – Conclusiones válidas tras la resolución de problemas

En la atracción de la lanzadera, el alumnado que utiliza dispositivos móviles emite un promedio de 5,833 conclusiones válidas, frente a 3,333 de los que no lo emplean (tabla 57). Se obtiene la misma conclusión de la otra atracción obligatoria, las sillas voladoras, tal y como muestra el gráfico 21.

Podemos afirmar, que el uso de dispositivos móviles mejora la eficacia y la productividad del alumnado en la resolución de problemas de física situados en un entorno real.

6.4 – Tasa de éxito

Combinar el aprendizaje basado en la resolución de problemas, integrando los dispositivos móviles en el proceso, aumenta la tasa de éxito de los aprendizajes de física.

El 92,16% de los estudiantes que usan dispositivos móviles, entrega el informe de resultados a tiempo, tal y como muestra la tabla 55. Sin embargo, un 19,23% de los alumnos que trabajan con medios analógicos, no llega a completar a tiempo todos los desafíos propuestos, como se puede observar en el gráfico 19. Esto es debido, a que la facilidad de uso de las aplicaciones móviles simplifica las tareas de los estudiantes.

En la gráfica 20, se observa que un porcentaje mayor de los alumnos que trabajan con dispositivos móviles, alcanzan los criterios de evaluación mínimos.

6.5 – Satisfacción y percepción de dificultad

6.5.1 – Satisfacción del alumnado

Realizar problemas de física en el parque de atracciones es una actividad muy atrayente para el alumnado, independientemente del uso de dispositivos móviles en el proceso.

El índice NPS (Net Promoter Score) recogido en las tablas 75 y 77, es muy similar en los dos grupos de estudiantes, ligeramente superior en los alumnos que no emplean móviles. Las tablas 74 y 76, reflejan que la motivación y el grado de satisfacción de ambos grupos es muy grande, independientemente del uso de tecnologías móviles.

6.5.2 – Percepción de dificultad

Aunque los dispositivos móviles no sean un factor extra de motivación, sí que favorecen el acercamiento del alumnado hacia el aprendizaje de física.

Las tablas 72 y 73, y los gráficos 32 y 33, muestran que el alumnado que trabaja con dispositivos móviles tiene una percepción de dificultad menor hacia el aprendizaje de Física, que el grupo de estudiantes que no los usa.

6.6 – Expresar medidas en SI

Los estudiantes que no emplean medios tecnológicos calculan mejor los cambios de unidades de magnitudes fundamentales y derivadas al SI (Sistema Internacional) que los alumnos que emplean dispositivos móviles.

El 82,69% de los estudiantes que utilizan medios analógicos es capaz de cambiar unidades fundamentales al SI, frente al 74,51% de los estudiantes que usan dispositivos móviles, tabla 70 y gráfico 30. Esta diferencia se incrementa considerablemente en el caso de cambiar unidades de magnitudes derivadas, tabla 71 y gráfico 31.

7 – Referencias

Abilene Christian University, (2010). *Mobile-Learning Report*. AcuConnected. Texas, EEUU. Recuperado de <http://blogs.creighton.edu/ccasipad/files/2012/07/ACU2009-10MobileLearningReport.pdf>

Adell, J. y Castañeda, L. (2013). El ecosistema pedagógico de los PLEs. En L. Castañeda y J. Adell (Eds.). *Entornos Personales de Aprendizaje: Claves para el ecosistema educativo en red*. Alcoy, España: Marfil.

Adell, J. y Castañeda, L. (2010). Los Entornos Personales de Aprendizaje (PLEs): una nueva manera de entender el aprendizaje. En Roig Vila, R. y Fiorucci, M. (Eds.), *Claves para la investigación en innovación y calidad educativas. La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y la Interculturalidad en las aulas. Stumenti di ricerca per l'innovazioni e la qualità in ambito educativo. La Tecnologie dell'informazione e della Comunicaciones e l'interculturalità nella scuola* (pp. 19-30). Alcoy, España: Marfil.

Aguado, J.M. y Martínez, I. (2006). El proceso de mediatización de la telefonía móvil: de la interacción al consumo cultural. *Zer*, 11(20), 319-343. Recuperado de <http://www.ehu.es/ojs/index.php/Zer/article/view/3770/3400>

Ahuamada, W.(1983). *Mapas Conceptuales Como Instrumento para Investigar a Estructura Cognitiva en Física* (tesis doctoral). Instituto de Física Universidad federal de Río Grande. Sao Paulo, Brasil

Aliende, I. y Oro de, P. (2009). *MLearning. La formación en tu móvil*. La Coruña, España: Netbiblo.

Álvarez, D., Sánchez, J. y Fernández, F. (2013). PLEs en formación continua del profesorado. En L. Castañeda y J. Adell (Eds.), *Entornos Personales de Aprendizaje: Claves para el ecosistema educativo en red* (pp. 135-140). Alcoy, España: Marfil.

Ansende, M. (24 de abril de 2015). Un 25% de los españoles cree que el Sol gira alrededor de la Tierra. *El País*. Recuperado de http://elpais.com/elpais/2015/04/23/ciencia/1429792444_486485.html

Archundia, A. et al (2014). *Aprender a aprender. Más allá de las apps en educación*. Recuperado de <https://itunes.apple.com/mx/book/aprender-a-aprender/id776915984?mt=11>

Arias, J., Cárdenas, C. y Estupiñán. (2003). *Aprendizaje cooperativo*. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.

- Attwell, G. (2007). The Personal Learning Environments - the future of eLearning? *eLearning Papers*, 2(1), 1-7.
- Ausubel, D. P., Noval, J. D. y Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México D.F., México: Trillas.
- Ayma, V. (1996). Curso: Enseñanza de las Ciencias: Un enfoque Constructivista. UNSAAC. Recuperado de <https://goo.gl/E18YU9>
- Ballantyne, R. y Packer, J. (2002). Nature-based excursions: school students' perceptions of learning in natural environments. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 11(3), 218-236.
- Ballesteros, P., Fernández, M.R., Gerezo, G. y Martín, B. (2012). *Mapa de ruidos con RA*. Madrid: Salesianos Atocha. Recuperado de <http://mapaderuidos.wixsite.com/proyecto>
- Bandura, A. (1987). *Teoría del aprendizaje social*. Madrid, España: Espasa-Calpe.

-
- Barrón, A. (1993). Aprendizaje por descubrimiento: principios y aplicaciones inadecuadas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 11(1), 3-11.
Recuperado de
<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/issue/view/3443>
- Bartolomé, M. (1988). Investigación-acción, innovación pedagógica y calidad de los centros educativos. *Revista de pedagogía Bordón*, 40(2), 277-292
- Belmonte, J. M. y Garbayo, M. M. (2004). Los lenguajes informáticos en la escuela: Algunas reflexiones sobre los Entornos Informáticos de Aprendizaje Humano (EIAH) en Didáctica de las Matemáticas. En Chamorro, M. C., Duval, R., Schneeberg, P, Vecino, F., Vergnaud, G. y Vérin, A. (Eds.), *Los lenguajes de las ciencias* (pp. 213-228). Madrid, España: Secretaría General Técnica.
- Blakemore, S. y Decety, J. (2001). From the perception of action to the understanding of intention. *Nature Reviews: Neuroscience*, (2), 561-568.
- Bronfenbrenner, U. (1987). *La ecología del desarrollo humano*. Barcelona, España: Paidós Ibérica.

- Bronfenbrenner, U. y Ceci, S. J. (1994). Nature-nurture reconceptualized: A bio-ecological model. *Psychological Review*, 101(4), 568-586
- Brousseau, G. (1983). Les obstacles épistémologiques et les problemes en Mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 4(2), 173-182.
- Brown, J. S., Collins, A. y Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Buckingham, D. (2002). *Creecer en la era de los medios electrónicos*. Madrid, España: Morata.
- Bybee R.W. (1997). Towards an understanding of scientific literacy. En W. Gräber y C. Bolte. (Eds.). *Scientific literacy. An international symposium* (p. 37-68). Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN): Kiel, Alemania.
- Camacho, M. y Tíscar, L. (2011, noviembre). M-learning en España, Portugal y América Latina. *Scopeo*. (3). Recuperado de <http://scopeo.usual.es/wp-content/uploads/2013/04/scopeom003.pdf>

-
- Campanario, J.M., Cuerva, J., Moya, A. y Otero, J.C. (1998). La metacognición y el aprendizaje de las ciencias. *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias*, 1, 1-10. Recuperado de <http://www3.uah.es/jmc/In6.pdf>
- Casquero, O., Portillo, J., Ovelar, R., Romo, J. y Benito, M. (2008). iGoogle and gadgets as a platform for integrating institutional and external services. En Wild, F., Kalz, M. y Palmér, M., *Proceedings of the First International Workshop on Mashup Personal Learning Environments (MUPPLE08)*, Maastricht, Netherlands. Recuperado de <http://ftp.informatik.rwth-aachen.de/Publications/CEUR-WS/Vol-388/casquero.pdf>
- Churches, A. y Dickens, H. (2011). *Apps for Learning: 40 Best iPad/iPod Touch/iPhone Apps for High School Classrooms*. California, EE. UU.: Corwin.
- Clancey, W. J. (1987). *Knowledge-based tutoring. The GUIDON Program*. Cambridge, EE. UU.: The MIT Press.
- Coll, C. (1996). Constructivismo y educación escolar: ni hablamos siempre de mismo ni hacemos siempre desde la misma perspectiva epistemológica. *Anuario de Psicología*, (69), 153-178. Recuperado de

<http://www.raco.cat/index.php/anuariopsicologia/article/viewFile/61321/88955>

Cool, C. y Monereo, C. (2008). *Psicología de la educación virtual. Aprender y enseñar con Tecnologías de la Información y la Comunicación*. Madrid, España: Ediciones Morata.

Coll, C., Palacios, J. y Marchersi A. (1992), *Desarrollo Psicológico y Educación II*. Madrid, España: Alianza.

Comisión de las Comunidades Europeas. (2000). *Memorándum sobre el aprendizaje permanente*. Recuperado de https://www.sepe.es/contenidos/personas/formacion/refernet/pdf/com2001_0678es01%28aprendperm%29.pdf

Davis, J. y Huttenlocher, D.P. (1995). Shared annotation for cooperative learning. *Proceedings of International Conference on Computer Supported for Collaborative Learning*. Lawrence Erlbaum Associates. Mahwah, USA.

Delval, J. (1997). Hoy todos son constructivistas. *Cuadernos de Pedagogía*. (257), 78-84.

-
- De Pablo, G. (2017). Factores que favorecen la presencia docente en entornos virtuales de aprendizaje. *Tendencias Pedagógicas*, (29), 43-57.
Recuperado de
<https://revistas.uam.es/tendenciaspedagogicas/article/download/7083/7448>
- De Pablo, G. (2015). *La importancia de la Presencia Docente en Entornos Virtuales de Aprendizaje* (tesis doctoral). UAM (Universidad Autónoma de Madrid), Madrid, España.
- Díaz, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México D.F., México: Mc Graw Hill
- Diigo (2011) *seminario móviles*. Madrid, España: CRIF Las Acacias.
Recuperado de
<https://groups.diigo.com/group/seminariomoviles>
- Dillembourg, P. (1999). *Collaborative Learning. Cognitive and Computational Approaches*. Oxford, UK: Elsevier Science Ltd.
- Dillembourg, P., Baker, M., Blaye, A. y O'Malley, C. (1996). *The evolution of Research on Collaborative Learning*. Berlín, Alemania: Elsevier.

- Dillon, J., Rickson, M., Teamey, K., Morris, M., Young, M., Sanders, D. y Benefield, P. (2006). The value of outdoor learning: evidence from research in the UK and elsewhere. *School Science Review*, 87(320) 107-111.
- Doise, W. y Mugny, G. (1984). *La construcción social de la inteligencia*. México D.F., México: Trillas.
- Doise, W., Mugny, G. y Perret, A. (1975). Social interaction and the development of cognitive operations. *European Journal of Social Psychology*, 5(3), 367-383.
- Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (1999). *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia*. Madrid, España: Ediciones Morata.
- Echeverría, J. (1999). *Los señores del aire: télépolis y el Tercer Entorno*. Barcelona, España: Destino
- Elearnity. (2011). *Mobile Learning: All Talk? What is the reality of mobile learning in corporate learning?*. Recuperado de [http://www.cedma-europe.org/newsletter/articles/misc/Mobile Learning Insights \(Dec 11\).pdf](http://www.cedma-europe.org/newsletter/articles/misc/Mobile%20Learning%20Insights%20(Dec%2011).pdf)
- Escribano, A. y Valle del, A. (2008). *El aprendizaje basado en problemas*. Madrid, España: Narcea.

-
- FECYT. (2015). *Percepción social de la ciencia y la tecnología 2014*. Recuperado de <https://icono.fecyt.es/informespublicaciones/Documents/Encuestapercepción2014/Publicación EPSCYT2014.pdf>
- Fernández, M. R. (2012). *Fitoatocha: un herbario digital*. Madrid: Salesianos Atocha. Recuperado de <http://fitoatocha.wikispaces.com/>
- Fernández, M., Mena, L. y Riviere, J. (2010). *Fracaso y abandono escolar en España*. Barcelona: Fundación la Caixa. Recuperado de [https://www.forotf.com/u/uploads/File/CAPWIN/La caixa.pdf](https://www.forotf.com/u/uploads/File/CAPWIN/La%20caixa.pdf)
- Ferreiro, R. (1996). *Sistema AIDA para el Desarrollo Integral Humano, Paradigmas Psicopedagógicos*. Sonora, México: ITSON, Son
- Frutos, J. (21 de abril de 2013) Instageometry: descubrir la geometría en el entorno con dispositivos móviles [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://educadroid.blogspot.com.es/>
- Fundación Orange. (2013). eEspaña 2013. *Informe anual sobre el desarrollo de la Sociedad de la Información en España*. Recuperado de https://www.proyectosfundacionorange.es/docs/eE2014/Informe_eE2014.pdf

Fundación Telefónica. (2013). *Informe Sociedad de la información en España 2012*. Recuperado de https://www.fundaciontelefonica.com/artes_cultura/sociedad-de-la-informacion/informe-sociedad-de-la-informacion-en-espana-2012/

Furman, M. y Zysman, A. (2001). *Ciencias naturales: aprender a investigar en la escuela*. Buenos Aires, Argentina: Novedades Educativas.

Galena de la O, L. (2006). *Aprendizaje basado en proyectos*. Colima, México: Universidad de Colima. Recuperado de <http://ceupromed.ucol.mx/revista/PdfArt/1/27.pdf>

Gallese, V., Keysers, C. y Rizzolatti, G. (2004). A unifying view of the basis of social cognition. *Trends in Cognitive Sciences*. 8, 396-403.

Garbayo, M. M., Gutiérrez, A. y Peñafiel, M. (2009). La extensión del sistema nervioso mediante la electrónica intervención educativa en el cerebro matemático a través del ordenador. En D. J. Gallego (Presidencia), *XIV Congreso Internacional de Tecnologías para la Educación y el Conocimiento: Hacia la Web 3.0*, Madrid, España.

García, A., Parra, P., Megías, I. y Gordo, A. (2006). Mitos e intereses en torno a los jóvenes y la tecnología. *Docencia*, (30), 32-45.

-
- García, E. (2008), De las neuronas espejo a la teoría de la mente.
Neuropsicología y educación. *Psicología y educación*, 1(3), 69-90.
- García, E. (1992). Resolución de problemas y desarrollo de capacidades.
UNO, (5), 15-25.
- García, F. y Bringué, X. (2007). *Educación hij@s interactivos@s*. Madrid, España: Rialp.
- García, F. (2009). *Nativos interactivos. Los adolescentes y sus pantallas: reflexiones educativas*. Madrid, España: Foro generaciones interactivas. Recuperado de https://issuu.com/generacionesinteractivas/docs/1.nativos_interactivos
- García, J., y Martínón, A. (1998). Interacción y construcción significativa del conocimiento: notas teóricas y una práctica educativa.
UNO, (16), 85-100.
- García, J. (2002). Resolución de problemas y desarrollo de capacidades.
UNO, (29), 20-37.

Garritz, A. (2007). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas.

Boletín Sociedad Química, 1(1), 67-72. Recuperado de

<http://www.salgadoanoni.cl/wordpressjs/wp-content/uploads/2010/05/COMO-ENSEÑAR-CIENCIAS.pdf>

Geser, H. (2006, junio). Are girls (even) more addicted? Some gender patterns of cell phone usage. *Sociology in Switzerland: Sociology of the Mobile Phone*. Recuperado de

http://socio.ch/mobile/t_geser3.pdf

Geser, H. (2004, mayo). Towards a Sociological Theory of the Mobile Phone.

Sociology in Switzerland: Sociology of the Mobile Phone.

Recuperado de http://socio.ch/mobile/t_geser1.pdf

Gil, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197- 212.

Pessoa, G. (1992). *Tendencias y Experiencias Innovadoras en la Formación del Profesorado de Ciencias*. Caracas: Taller Subregional Sobre formación y capacitación docente, Caracas, Venezuela.

Golombek, D. A. (2008). *Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa*. Recuperado de

<http://www.oei.es/historico/salactsi/4FOROdoc-basico2.pdf>

Gómez, J. (2013). *Atocha voltaica*. Madrid: Salesianos Atocha. Recuperado de <http://salesianosatocha.es/bachillerato/2212-2/>

Gómez, M., Ferrer, R. y De la Herrán, A. (2015). Las redes sociales verticales en los sistemas formales de formación inicial de docentes. *Revista Complutense de Educación*, 26, 215-232. doi: 10.5209/rev_RCED.2015.v26.46330

Gómez, M., Ruiz, J., Sánchez, J. (2015). Aprendizaje social en red. Las redes digitales en la formación universitaria. *Edmetíc*, 4(2), 71-87. Recuperado de <http://www.uco.es/ucopress/ojs/index.php/edmetic/article/download/3963/3822>

Gómez, R., García, A. y Castro, M. D. (2005). Estrategias para la mejora en la calidad de enseñanza en física y química en la E.S.O. En G. Pinto Cañón (Ed.), *Didáctica de la Física y la Química en los distintos niveles educativos* (pp. 25-32). Madrid, España: Sección de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid.

González, R. y Martínez, C. (1998). Competencia lingüística / competencia comunicativa: operatividad didáctica de los niveles del lenguaje. En M. C. Losada (Presidencia), *IX Congreso Internacional de Asociación para la Enseñanza del Español como Lengua Extranjera*, Santiago de Compostela, España.

Good, T. y Brophy, J. (1986). *Handbook of Research on teaching*. Nueva York, EE. UU.: Macmillan.

Hatcher, K. (2013). *The Reset Generation*. New York, EE. UU.: Initiative. Recuperado de <http://docplayer.net/1164445-The-reset-generation.html>

Hernando, A. (2013). Escuela 21, escuela personalizada. *Revista educadores*, (247), 50-68.

Hidalgo, M., Garbayo, M.M., Encina, A., Rabanal, P., Rodríguez, I. y Rubio, F. (2016). *Desarrollo de una aplicación (App) para plataformas móviles para mejorar la enseñanza/aprendizaje de sistemas de numeración y operaciones elementales en la formación de*. Recuperado de <http://eprints.ucm.es/35197/>

-
- Horch, M. y Miró, N. (2012). *Dando protagonismo a los alumnos: conciencia de aprendizaje y personalización en PBL*. Recuperado de <https://itun.es/es/xGwfH.1>
- Hurley, S. y Chatter, N. (2005). *Perspectives on Imitation: From Neuroscience to Social Science*, 2, 55-77. Cambridge, EE. UU.: MIT Press
- Ibarrola, B. (2013). *Aprendizaje emocionante*. Madrid, España: Ediciones SM.
- INECSE. (2003). *Conocimientos y destrezas en Matemáticas, Lectura, Ciencias y Solución de problemas*. Recuperado de <https://www.oecd.org/pisa/39732603.pdf>
- Injuve. (2012). *Jóvenes e infotecnologías*. Recuperado de <http://www.injuve.es/observatorio/infotecnologia/jovenes-e-infotecnologias-entre-nativos-y-digitales>
- Injuve (2012). *Situación demográfica, económica y laboral de las personas jóvenes*. Recuperado de http://www.injuve.es/sites/default/files/2013/26/publicaciones/IJE2012_0.pdf

Injuve. (2012). *Ubicación en el entorno y salud de las personas jóvenes*. (Parte II). Recuperado de http://www.injuve.es/sites/default/files/2013/26/publicaciones/IJE2012_0.pdf

Izquierdo, A. (2012). *Peace and Cooperation Project*. Recuperado de <https://peaceandcooperationproject.wordpress.com>

Jiménez, M. P. (2009). Poner en práctica los saberes de ciencias. *Aula de Innovación Educativa*. (186), 6-7. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/232989>

Johnson, D.W. y Edythe, J. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.

Johnson, D. W. y Johnson, R. (2004). *Assessing students in groups*. Promoting group responsibility and individual accountability. California, EE. UU.: Corwin Press.

Johnson, D. W. y Johnson, R. (1989). *Cooperation and competition: Theory and research*. Edina, EE. UU.: Interaction Book Company.

Johnson, D.W., Johnson, R. y Holubec, E. J. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Recuperado de [http://cooperativo.sallep.net/El aprendizaje cooperativo en el aula.pdf](http://cooperativo.sallep.net/El_aprendizaje_cooperativo_en_el_aula.pdf)

-
- Johnson, D. W. y Johnson, R. (1999). *Los nuevos círculos del aprendizaje: la cooperación en el aula escuela*. Buenos Aires, Argentina: AIQUE.
- Jou, D., Llebot, J.E. y Pérez, C. (2009). *Física para ciencias de la vida*. Madrid, España: Mc Graw Hill.
- Johnson, L., Levine, A., Smith, R. y Stone, S. (2010). *The 2010 Horizon Report*. Texas, EEUU: The New Media Consortium. Recuperado de <https://www.nmc.org/pdf/2010-Horizon-Report.pdf>
- Johnson, L., Adams, S. y Cummins, M. (2012). *NMC Horizon Report: 2012 K-12 Edition*. Texas, EEUU: The New Media Consortium. Recuperado de <https://www.nmc.org/pdf/2012-horizon-report-K12.pdf>
- Johnson, L., Adams, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A. y Ludgate, H. (2013). *NMC Horizon Report: 2013 K-12 Edition*. Texas, EEUU: The New Media Consortium. Recuperado de <https://www.nmc.org/pdf/2013-horizon-report-k12.pdf>

Junta de Andalucía. Consejería de Educación. Dirección General de Ordenación y Evaluación Educativa. (2008). Evaluación de diagnóstico. Recuperado de http://www.juntadeandalucia.es/educacion/agaee/docs/03_Info_rme_PED_2008-09.pdf

Kagan, S. (1994). *Cooperative Learning*. San ClementeEE. UU.: Kagan.

Katzenbach, R. y Smith, D. (1993). *The Wisdom of Teams*. Cambridge, EE. UU.: Harvard Business School Press.

Kolmos, A. (2002). Facilitating Change to a Problem-based Model. *The international Journal for Academic Development*, 7(1), 63-74.

Kolmos, A., Du, X., Holgaard, J. E. y Jensen, L. P. (2008). *Facilitation in a PBL environment*. Recuperado de http://vbn.aau.dk/files/16177510/Facilitation_in_a_PBL_environment.pdf

Kuhn T. S. (1962). *La estructura de las revoluciones científicas*. México D.F., México: Fondo de cultura económica.

Latorre, A. (2003). *LA INVESTIGACIÓN ACCION. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona, España: ED. GRAÓ.

-
- Lobato, M., Monteagudo, J., Sánchez, F. y Santos, M. M. (2012). Historias de la historia en stop motion. [Proyecto en un blog]. Recuperado de <https://sites.google.com/site/proyectodarqueologia/home>
- Lope, S. (2014). Contextualizar en ciencias: Por qué y para qué. *Alambique* (077). Recuperado de <http://alambique.grao.com/revistas/alambique/077-el-planeta-del-agua>
- López, C. y Poyatos, C. (2012). *Ecogymkana: por un mundo sostenible*. Madrid, España. Recuperado de <https://mediateca.educa.madrid.org/video/orm6madx5j7gu68p>
- McFarlane, A., Triggs, P. y Ching, W. (2009). *Researching mobile learning: overview, September 2006 to September 2008*. Bristol, UK.: British Educational Communications and Technology Agency (BECTA). Recuperado de http://dera.ioe.ac.uk/1473/1/becta_2009_mobilelearning_summary.pdf
- Marshall, E.M. (1995). The collaborative workplace. *Management Review*, (23), 13-17.

- Martí, J. A., Heydrich, M., Rojas, M. y Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 11-21.
- Martín, M. (2002). Enseñanza de las ciencias ¿Para qué?. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2), 57-63. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC_1_2_1.pdf
- Martín, M.J., Gómez, M.A. y Gutiérrez, M. (2000). *La física y la química en Secundaria*. Madrid, España: Narcea.
- MEC. (2004). *¿Hay una crisis de vocaciones científico-técnicas? El tránsito de la Educación Secundaria a la Universidad*. Madrid, España: FECYT.
- Méndez, S. y Rodríguez, E. (2011). Consecuencias futuras del despertar de una generación de adolescentes digitales. Escenarios posibles. *Revista de Estudios de Juventud*, (92), 11-36. Recuperado de <http://www.injuve.es/contenidos.downloadatt.action?id=346431571>
- Merino, L. (2010). *Una aproximación a la socialización tecnológica de los jóvenes* (tesis doctoral). Universidad del País Vasco Facultad de Ciencias Sociales y de la Comunicación. País Vasco, España.

-
- Ministerio De Educación. (2010). *PISA 2009 Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos OCDE*. Recuperado de <http://www.mecd.gob.es/dctm/evaluacion/internacional/pisa-2009-con-escudo.pdf?documentId=0901e72b808ee4fd>
- Monereo, C. y Durán, D. (2002). *Métodos de aprendizaje cooperativo y colaborativo*. Barcelona, España: Edebé.
- Monteagudo, J. y Poyatos, C. (2012): *Entornos personales de aprendizaje móvil*. Madrid, España. Recuperado de <https://goo.gl/Dk7c0r>
- Monterola, C. (1992). *Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias. Saber al Día*, 1(1), 2-3.
- Moreira, M.A. (1993). *A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel* (tesis doctoral). Universidad de Río Grande do Sao Paulo, Brasil.
- Moreira M.A. (1985). Metodologia da pesquisa e metodologia de ensino: uma aplicação prática. *Ciencia e Cultura*, 37(10), 1588-1594.
- Novak, J. y Gowin, B. (1988). *Aprendiendo a Aprender*. Barcelona, España: Martínez Roca.

OECD. (2013). *Education at a Glance 2013: OECD Indicators*. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1787/eag-2013-en>

Osuna, L., Martínez, J., Carrascosa, J. y Verdú, R. (2007). Planificando la enseñanza problematizada: el ejemplo de la óptica geométrica en Educación Secundaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 25(2), 2-18. Recuperado de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/2781/1/planificacion_ensenanza_problematizada_Ens_Ciencias_junio_2007.pdf

Palomino, W., Delgado, Z. y Valcarcel, L. (1996). Enseñanza Termodinámica: Un Enfoque Constructivista. *II Encuentro de Físicos en la Región Inka*. UNSAAC, Perú

Pedrinaci, E. (2013). Alfabetización en Ciencias de la Tierra y competencia científica. *Revistes Catalanes amb Accés Obert (RACO)*. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/ECT/article/viewFile/274153/362246>

Pedrinaci, E., Caamaño, A., Cañal, P. y Pro de, A. (2012). *11 ideas clave: el desarrollo de la competencia científica*. Barcelona, España: Graó.

Pedrinaci, E. (2011). *¿Qué ciencia enseñar? Entre el currículo y lo programación de aula*. Barcelona, España: Graó.

-
- Piaget, J. (1978). *La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo*. Madrid, España: Siglo XXI.
- Polya, G. (1981). *Mathematical Discovery. On understanding, learning and teaching problem solving*. New York, EE. UU.: Wiley and Sons. Inc.
- Pozo del, M. (2011). *Aprendizaje inteligente*. Barcelona, España: Tekman Books.
- Prensky, M. (2010). *Aprendizaje para el nuevo milenio*. Madrid, España: Universidad Camilo José Cela.
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*, 9(5), 1-6.
- Prensky, M. (2010). *Enseñar a Nativos digitales*. Madrid, España: SM.
- Ramírez, A. (2002). El conocimiento: una creación colectiva. *UNO*, (29), 39-54.
- Reichheld, F. (2003, diciembre). One Number You Need to Grow. *Harvard Business Review*. Recuperado de <https://hbr.org/2003/12/the-one-number-you-need-to-grow>

Rinaldi, M. (2011). *Revolución mobile learning*. Madrid, España. Recuperado de <https://es.slideshare.net/crossmedialab/revolucin-mobile-learning>

Rizzolatti, G. (2005). *The mirror neuron system and imitation*. Cambridge, UK: S. HURLEY

Rizzolatti, G. y Sinigaglia, C. (2006). *Las neuronas espejo*. Barcelona, España: Paidós.

Rodríguez, A., Alda, A., Aranda, R., Domínguez, C., De la Herrán, A., González, P., Gutiérrez, I., Hernández, H. L., Mampaso, A., Olmos, J. A., Penas, A. y Sanz, E. (2002). *Cómo innovar en el prácticum de magisterio aplicación del portafolios a la enseñanza universitaria*. Oviedo, España: Septem ediciones.

Rodríguez, M.L. (2004). *La teoría del aprendizaje significativo*. Recuperado de <https://goo.gl/KuKWwE>

Román, M. y Díez, E. (1999). *Aprendizaje y currículum. Didáctica Socio-cognitiva aplicada*. Madrid, España: Ediciones EOS.

Romero, M. (2010). El aprendizaje experiencial y las nuevas demandas formativas. *Revista de Antropología Experimental*, 8(10), 89-102.

-
- Ruiz, J. y Sánchez, C. (2015). Los PLE en los estudios de Ingeniería y Educación de la Universidad de Málaga. *Revista Educação, Cultura e Sociedade*, 5(2), 95-107. Recuperado de <http://sinop.unemat.br/projetos/revista/index.php/educacao/articulo/download/1827/1485>
- Ruiz, J., Sánchez, J., Gómez, M. (2013). Entornos personales de aprendizaje: estado de la situación de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*,
- Salinas, J. (2008). Algunas perspectivas de los entornos personales de aprendizaje. TICEMUR 2008. *III Jornadas Nacionales TIC y Educación*, Lorca, Murcia.
- Sánchez, P. (2005). Enseñar y aprender. Salamanca España: Ed. Témpora.
- Sánchez, I., Moreira, M. A. y Caballero, C. (2011). Implementación de una renovación metodológica para un aprendizaje significativo en Física. *Latin-American Journal of Physics Education*. 5(2) 2-
- Santiago, R. (2015). *Mobile learning: nuevas realidades en el aula*. México D.F, México: Grupo Océano.

Santiago, R., y Díez, A. Eduapps: *Aplicaciones educativas*. España. Grupo ADE. Recuperado de <http://www.eduapps.es/index.php>

Santiso, M. y Serra, M. A. (2013). *Waves: school radio, tv, storytelling and breaking news*. Madrid, España: Colegio San Diego y San Vicente. Recuperado de <http://sandiegoysanvicente.com/waves/>

Sharman, D. (2004). Cultural pathways through the information age. *New Directions for child and adolescent development*, (105), 3-24.

Slavin, R. (1997). *Cooperative Learning: Theory research and practice*. Boston, EE. UU.: Ally & Bacon.

Schunk, D.H. (1997). *Teorías del aprendizaje*. México D.F., México: Pearson Educación.

Swartz, R., Costa, A., Beyer, B., Reagan, R. y Kallick, B. (2013). *El aprendizaje basado en el pensamiento: Cómo desarrollar en los alumnos las competencias del siglo XXI*. Madrid, España: SM.

Tarazona, J. (2005). Reflexiones acerca del aprendizaje basado en problemas (ABP). Una alternativa en la educación médica. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, 56(2), 147-154.

Tippelt, R. y Lindemann, H. (2001). *El método de proyectos*. Recuperado de:

<http://www.halinco.de/html/doces/Metproy-APREMAT092001.pdf>

Tobin, D. (1998). *Building Your Personal Learning Network. Corporate Learning Strategies*. New York, EE. UU. Recuperado de

<https://www.linkedin.com/pulse/build-your-personal-learning-network-daniel-tobin?trk=mp-reader-card>

Trillo, M. (1 de abril de 2014). Informe PISA: Los alumnos españoles, a la cola de la OCDE en “resolución de problemas”. *ABC*. Recuperado de

<http://www.abc.es/sociedad/20140401/abci-informe-pisa-resolucion-problemas-201404011110.html>

Univeral McCann. (2010). *Social Media Wave 5*. EE. UU: Univeral McCann.

Recuperado de <https://www.slideshare.net/gneslo/social-mediawave5oct2010universalmccann101018081526phpapp01>

Vacas, F. (2010). El poder de la movilidad. De medios de masas a medios personales. *Revista Telos*, (83). Recuperado de

<https://telos.fundaciontelefonica.com/url-direct/pdf-generator?tipoContenido=articuloTelos&idContenido=2010051212230001&idioma=es>

Vargas, J.A. (2010). *El Paradigma Sociocognitivo Como Base Del Cambio En La Culturapedagógica: Análisis De Una Experiencia De Intervención Regional*. Madrid, España: UCM.

Vera, M. (enero 2009). Aprendizaje cooperativo. *Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas*, (14). Recuperado de http://www.csifcsif.es/andalucia/mod_ense-csifrevistad_14.html

Verdú, R., Martínez, J. y Osuna, L. (2002). Enseñar y aprender en una estructura problematizada. *Alambique*, (34), 47-55.

Viennot, L. (2002). *Razonar en física. La contribución del sentido común*. Madrid, España: Antonio Machado.

Vigotsky, L. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. México D.F., México: Grijalbo

Vigotsky, L. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Fausto.

Vigotsky, L. S. et al. (1975). *Psicología y pedagogía*. Madrid, España: Akal.

Vincent, T. (2010). *Project Based Learning in Hand*. Recuperado de <http://learninginhand.com/pbl-old/?rq=projects+mobile>